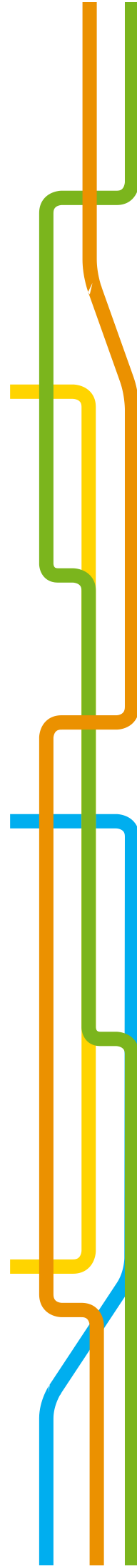


Miljöprövning för tunnelbana från Akalla till Barkarby station

Bilaga B

Miljökonsekvensbeskrivning



Miljökonsekvensbeskrivning

Bilaga B

Miljöprövning för tunnelbana från Akalla till
Barkarby station

Titel: Miljökonsekvensbeskrivning

Konsult: Tyréns, Ramböll

Författare: Åsa Norman, Lena Tilly, Jennifer Engström (Tyréns),
Lisa Fernius, Mattias von Brömssen (Ramböll)

Bilder & illustrationer: Tyréns och SLL om inget annat anges

Projektledare: Anna Nylén

Dokumentid: 4320-M42-24-04002.doc

Diarienummer: FUT 1511-0220

Utgivningsdatum: 2016-12-05

Distributör: Stockholms läns landsting, förvaltning för utbyggd tunnelbana

Box 225 50, 104 22 Stockholm. Tel: 08 737 25 00. E-post: nyatunnelbanan@sll.se

Innehållsförteckning

1	Icke-teknisk sammanfattning	8
2	Inledning	10
2.1	Bakgrund och syfte	10
2.1.1	Motiv till utbyggd tunnelbana	10
2.2	Avgränsning	12
2.2.1	Miljöaspekter	13
2.2.2	Avgränsning i tid	13
2.2.3	Geografisk avgränsning	13
2.3	Metodik	14
3	Planeringsunderlag	17
3.1	Miljödomar	17
3.1.1	Förbifart Stockholm	18
3.2	Detaljplaner	19
3.3	Järnvägsplan	19
3.4	RUFS 2010	19
3.5	Kommunala översiktsplaner	20
3.6	Miljökvalitetsnormer	21
3.6.1	Ytvatten	21
3.6.2	Grundvatten	23
3.6.3	Luftkvalitet	23
4	Beskrivning av området	24
4.1	Lokalisering	24
4.2	Mark- och vattenförhållanden	26
4.2.1	Ytvatten	27
4.2.2	Jordlager	29
4.2.3	Berg	31
4.2.4	Grundvatten	31
4.2.5	Föroreningar i mark och grundvatten	34
4.3	Bebyggelse och markanvändning	36
4.3.1	Omgivningsbuller	38
4.4	Riksintressen	41
4.5	Naturmiljö och friluftsområden	42
4.5.1	Hansta Natura 2000-område	43
4.5.2	Igelbäcken	44
4.5.3	Djupan och Djupanbäcken	44
4.5.4	Stordiket och dammar utmed Stordiket	44
4.5.5	Våtmark söder om Hästa klack	44
4.5.6	Skyddade arter	45
4.6	Kulturmiljö	45

4.7	Andra objekt som påverkar grundvattenförhållandena	46
5	Beskrivning av utbyggnaden av tunnelbanan	47
5.1	Anläggningen	47
5.1.1	Spårtunnlar, servicetunnel, stationer	47
5.1.2	Arbetstunnlar	48
5.1.3	Schakt till markytan	49
5.1.4	Vattenhantering och utsläpp av vatten	50
5.1.5	Infiltration	54
5.2	Byggmetoder	55
5.2.1	Bergtunnlar	55
5.2.2	Byggmetoder i jord	57
5.2.3	Bergschakt från tunnel till markytan	58
5.2.4	Permanent betongkonstruktioner för tunnlar/uppgångar	59
5.2.5	Transportvägar och etableringsytor	59
6	Alternativ	60
6.1	Nollalternativ	60
6.2	Lokaliseringsalternativ	60
6.2.1	Spårsträckning och stationsplacering	60
6.2.2	Arbets- och servicetunnlar	63
6.2.3	Ventilationsanläggningar	64
6.3	Utformningsalternativ	65
6.3.1	Spårtunnlar	65
6.3.2	Stationer	65
6.3.3	Underhåll, räddning och utrymning	66
6.4	Arbetsmetoder	66
7	Konsekvenser av grundvattenbortledningen	67
7.1	Generella konsekvenser av grundvattenbortledning	67
7.1.1	Sättningar i mark	68
7.1.2	Skador på byggnader och anläggningar	69
7.1.3	Skador på brunnar	69
7.1.4	Spridning av föroreningar	69
7.1.5	Natur-, kulturobjekt och fornlämningar	70
7.1.6	Radon	70
7.2	Skadeförebyggande åtgärder	71
7.2.1	Tätning	71
7.2.2	Infiltration	72
7.2.3	Andra åtgärder	73
7.3	Influensområde och inläckage	73
7.3.1	Influensområde	73
7.3.2	Inläckage	74
7.4	Konsekvenser för mark, byggnader och anläggningar i jord	76
7.4.1	Bedömningsskala	77

7.4.2	Känsliga objekt/områden	78
7.4.3	Nollalternativ	79
7.4.4	Utbyggt alternativ under bygg- och drifttid	80
7.5	Konsekvenser för anläggningar i berg	82
7.5.1	Bedömningsskala	82
7.5.2	Känsliga objekt/områden	82
7.5.3	Nollalternativ	82
7.5.4	Utbyggt alternativ under bygg- och drifttid	82
7.6	Konsekvenser för spridning av föroreningar i grundvatten	84
7.6.1	Bedömningsgrund	84
7.6.2	Nollalternativ	84
7.6.3	Utbyggt alternativ under bygg- och drifttid	85
7.7	Konsekvenser för naturmiljö – utsläpp av vatten	86
7.7.1	Bedömningsskala	87
7.7.2	Riktlinjer för hantering av olika typer av vatten	87
7.7.3	Erfarenheter från andra tunnelprojekt	89
7.7.4	Nollalternativ	91
7.7.5	Utbyggt alternativ under bygg- och drifttid	91
7.7.6	Miljökvalitetsnormer	94
7.8	Konsekvenser för naturmiljön	94
7.8.1	Bedömningsskala	95
7.8.2	Nollalternativ	96
7.8.3	Utbyggt alternativ under bygg- och drifttid	96
7.8.4	Behov av dispenser och tillstånd	99
7.9	Konsekvenser för kulturmiljön	99
7.9.1	Bedömningsskala	100
7.9.2	Känsliga objekt/områden	101
7.9.3	Nollalternativ	102
7.9.4	Utbyggt alternativ under bygg- och drifttid	102
8	Övriga miljökonsekvenser under byggtiden	104
8.1	Buller och stömljud	104
8.1.1	Allmänt om buller	104
8.1.2	Bedömningsskala	106
8.1.3	Hantering av risker för bullerstörningar	107
8.1.4	Luftburet buller	108
8.1.5	Stömljud	120
8.1.6	Samlad bedömning av konsekvenser av bullerstörningar	122
8.2	Kumulativa konsekvenser av buller	125
8.2.1	Förbifart Stockholm byggs före tunnelbanan	125
8.2.2	Förbifart Stockholm byggs samtidigt med tunnelbanan	125
8.3	Vibrationer	126
8.3.1	Allmänt om vibrationer	126

8.3.2	Bedömningsgrunder.....	126
8.3.3	Nollalternativ	127
8.3.4	Utbyggt alternativ	127
8.4	Masshantering och transporter	129
8.4.1	Generell masshanteringsplan	129
8.4.2	Transporter	129
8.4.3	Kross och upplag	133
8.5	Luftkvalitet.....	133
8.6	Hantering av förorenade massor	134
8.7	Rekreation	135
9	Indirekta konsekvenser av sökt verksamhet	136
9.1	Klimat	136
9.2	Människors hälsa.....	136
9.3	Hushållning med mark och landskap	136
10	Samlad bedömning.....	137
11	Miljömål	140
11.1	Nationella miljömål	140
11.2	Regionala miljömål	142
11.3	Lokala miljömål	143
11.3.1	Stockholms stads miljöprogram	143
11.3.2	Stockholms stads handlingsprogram för god vattenstatus	144
11.3.3	Järfälla kommun	144
12	Kontrollprogram	146
12.1	Grundvatten.....	146
12.1.1	Inläckage till bergtunnlar och schakt	146
12.1.2	Grundvattennivåer i jord och berg	146
12.1.3	Sättningsrörelser i byggnader, anläggningar och mark	146
12.1.4	Infiltration.....	146
12.2	Miljöfarlig verksamhet.....	147
12.2.1	Kvalitetskontroll av länshållningsvatten.....	147
13	Samråd	148
13.1	Genomförande	148
13.2	Möten.....	149
14	Referenser	151

Bilagor

Bilaga B1, Masshanteringsplan, Utbyggnad av tunnelbanan, SLL, 2016-11-30

Bilaga B2, Åtgärdsplan för buller och stömljud under byggtiden, SLL, 2015-11-20

Bilaga B3, Åtgärdsplan för vibrationer gällande kulturbyggnader, SLL, 2015-12-07

Bilaga B4, Samrådredogörelse, Tunnelbana från Akalla till Barkarby station, 2016-12-05

1 Icke-teknisk sammanfattning

Stockholm växer med drygt 35 000 personer om året och har även en viktig roll i landets ekonomiska tillväxt. Befintligt tunnelbanenät är hårt belastat och den nya tunnelbanan är en viktig pusselbit för hela Stockholmsregionens utveckling.

Under 2013 års Stockholmsförhandling kom Stockholms läns landsting (SLL), Stockholms stad, Nacka kommun, Solna stad och Järfälla kommun bland annat överens om att tunnelbanan ska byggas ut från Akalla till Barkarby station för att skapa en bättre förbindelse med pendeltåg och förutsättningar för en helt ny stadsdel i Barkarby. Under tunnelbanans bygg- och drifttid kommer grundvatten att behöva ledas bort, vilket är tillståndspliktig vattenverksamhet enligt miljöbalken. SLL ansöker om tillstånd för vattenverksamhet. Samtidigt sker så kallad planprövning med järnvägsplan enligt lag om byggande av järnväg och detaljplan enligt plan- och bygglagen.

Denna MKB beskriver konsekvenser av vattenverksamheten i samband med utbyggnad av tunnelbanan samt konsekvenser av byggandet i form av buller, stömljud med mera. MKB:n bifogas ansökan om tillstånd enligt miljöbalken. Byggstarten för nya tunnelbanan från Akalla till Barkarby station är planerad till 2018 och byggtiden beräknas till cirka 6 år. Bullrande arbeten pågår delar av byggtiden.

Rapporten avhandlar de betydande miljöaspekter som påverkas av projektet, så som konsekvenser av grundvattenbortledning samt för ytvatten, naturmiljö och kulturmiljö. Dessutom omfattar rapporten betydande miljöaspekter som påverkas under byggtiden av anläggningen som buller, stömljud, utsläpp till vatten, masshantering och transporter och vibrationer.

Tunnelbanan kommer att byggas i tunnel under mark och sträcka sig från den befintliga tunnelbanestationen i Akalla till Barkarby station som är belägen under Mälarbanan och E18. Däremellan anläggs en helt ny station, Barkarbystaden, i höjd med den nedlagda Stockholm-Barkarby flygplats. För att bygga tunneln byggs fyra arbetstunnlar och i anslutning till tunnelmynningarna behövs etableringsområden för arbetsmaskiner med mera. Utöver det kommer arbetsområden kring entréer, ventilationsschakt och ventilationstorn att behövas i Akalla, Barkarbystaden och Barkarby station.

Tunnelbaneutbyggnaden i sin helhet ger positiva konsekvenser för klimatet jämfört med om tunnelbaneutbyggnaden inte blir av. Detta tack vare att resande med kollektivtrafik släpper ut mindre växthusgaser än motsvarande resor med till exempel personbil och buss. Utbyggnaden ger också positiva konsekvenser för hälsan, då utsläpp av föroreningar, påverkan från buller och påverkan från partiklar från vägslitage kan minska i förhållande till nollalternativet.

Grundvatten läcker in i tunnlar. Det är därför normalt förfarande att täta tunnlar för att minimera inläckaget. Kvarvarande inläckage ger olika konsekvenser beroende på omgivningens förutsättningar. I detta projekt finns det delsträckor med mycket genomsläpplig jord och berg vilket tillsammans med infrastruktur som är känslig för sättningar kräver att man har beredskap för ytterligare skyddsåtgärder, exempelvis att tillföra vatten för att upprätthålla grundvattennivåerna (skyddsinfiltration).

Inom en del av det område som kan påverkas av ändrade grundvattennivåer finns byggnader och anläggningar som är känsliga för grundvattennivåsänkningar i jord. För delar av sträckan är jordens vattengenomsläpplighet stor vilket gör det sannolikt att det, utöver skyddsåtgärder i form av tätning, kommer att behövas skyddsinfiltration under byggtiden vid flera känsliga objekt för att undvika skador från grundvattensänkning.

Konsekvenserna av grundvattensänkning i berg bedöms att bli små eller obetydliga. I området saknas närliggande bergborrade dricksvattenbrunnar, energibrunnar och andra objekt som kan skadas.

Hansta Natura 2000-område ligger utanför området som berörs av ändrade grundvattennivåer. Det kommer inte heller att beröras fysiskt av projektet, inget markintrång görs, ingen förändring av arealen sker och länshållningsvatten från schaktgropar med mera kommer inte att släppas ut inom området under byggtiden. Projektet bedöms inte påverka de livsmiljöer som avses skyddas vare sig under byggtiden eller under drifttiden.

Kraven på det vatten som behöver släppas ut under byggtiden kommer att beslutas i samarbete med Järfälla kommun och Stockholm Vatten. Genom att vissa arbeten under byggtiden görs nära vattendrag (Igelbäcken, Bällstaån) kommer SLL att lägga stor vikt vid anläggandet av skyddsåtgärder för att skydda vattendragen. Reningsåtgärder för dagvatten samt beredskap i händelse av olyckor med utsläpp behövs. Med skyddsåtgärder bedöms det inte uppstå några negativa konsekvenser under byggtiden.

Drifttiden innebär grundvattenläckage från berörda avrinningsområden. Det är inte så stort att det ger några negativa konsekvenser för naturvärdena i exempelvis Igelbäcken eller Djupan. Vid arbetstunnelns passage av Djupanbäcken kan extra tätning av tunneln dock behövas för att utesluta negativa konsekvenser.

Under byggtiden förekommer flera mer eller mindre bullrande aktiviteter, såsom jordschakt, spontning, pålning, bergbörning, lastning och transporter. Byggnadsarbetena kommer att generera höga ljudnivåer i bostadsområdena i Akalla, samt delar av Barkarby och Barkarbystaden. Även utbyggda delar av Veddesta får höga ljudnivåer. Det gäller både luftburet ljud eller stomljud. Järfälla kyrkby berörs av visst byggbuller men på betydligt lägre ljudnivåer, framför allt från utbyggnad av Barkarby station. För Hägerstalund bedöms byggbullret inte överskrida riktvärden.

En rad skyddsåtgärder och andra försiktighetsmått kommer att vidtas för att minimera risken för störande buller och stomljud under byggtiden. Även om störande buller inte helt kan undvikas, är ambitionen att riskerna för störningar ska identifieras tidigt och om möjligt förebyggas. Bullerstörningarna kommer att förebyggas enligt en särskild åtgärdsplan.

Byggnader kommer generellt inte riskera att skadas av vibrationer. Några militära byggnader har bedömts ha sådant kulturhistoriskt värde att grundläggningen analyseras i särskild ordning enligt åtgärdsplanen för vibrationer gällande kulturbyggnader.

Vid flygfältet i Barkarby och en fotbollsplan i Akalla är marken förorenad och där finns det en liten risk att föroreningarna sprids till andra områden. I och med att förorenade massor transporteras bort, innebär projektet små positiva miljökonsekvenser. Vid samtliga schaktarbeten i jord, såväl inom som utanför områden med kända föroreningar, finns rutiner för att se till att hanteringen av förorenade massor görs på ett miljöriktigt sätt.

2 Inledning

Denna miljökonsekvensbeskrivning (MKB) är ett underlag för Stockholms läns landstings (SLL), Förvaltningen för utbyggd tunnelbana (FUT), ansökan om tillstånd enligt miljöbalken för vattenverksamhet med anledning av anläggande och drift av tunnelbana från Akalla till Barkarby station. Sökanden benämns i det följande ”SLL”.

2.1 Bakgrund och syfte

Stockholm växer med drygt 35 000 personer om året och har även en viktig roll i landets ekonomiska tillväxt. Enligt prognoser förväntas den totala befolkningen i Stockholms län öka från dagens 2,1 miljoner till 2,6 miljoner år 2030. Det ligger en utmaning i att möta denna tillväxt på ett hållbart sätt och parallellt tillgodose de ökade behoven av fler bostäder och arbetsplatser. Samtidigt ökar även trängseln vilket innebär att framkomlighet har blivit en fråga för regionen som kräver lösning.

En nyckelaspekt för att klara utmaningarna är att bygga ut kollektivtrafiken med nya förbindelser och ökad turtäthet. Tunnelbanan är en central utgångspunkt för en långsiktig satsning och utveckling av kollektivtrafiken eftersom dess funktion och struktur är själva navet i Stockholms kollektivtrafiksystem. Befintligt tunnelbanenät är hårt belastat, speciellt i de centrala delarna av Stockholm. Under högtrafik, det vill säga morgon- och kvällstrafik, nyttjas redan idag tunnelbanans maximala spårkapacitet varför det lätt uppstår störningar.

2.1.1 Motiv till utbyggd tunnelbana

Tunnelbanans stora betydelse för Stockholmsregionens tillväxt var grunden till att regeringen under 2013 initierade en förhandling i syfte att hitta en överenskommelse för hur en utbyggd tunnelbana skulle kunna finansieras. Uppdraget innebar även att få till stånd en ökad bostadsbebyggelse varvat med största möjliga samhällsekonomiska nytta. De kommuner som ingår i överenskommelsen (Stockholms stad, Nacka kommun, Solna stad och Järfälla kommun) har åtagit sig att bygga 78 000 bostäder i tunnelbanans influensområde. Utöver bostadsbebyggelsen omfattar avtalet 19 kilometer ny tunnelbana och nio tunnelbanestationer (se Figur 1. Överenskommelsen kallas för Stockholmsöverenskommelsen.

Tre tunnelbaneutbyggnader ingår i förhandlingen:

- Utbyggnad av tunnelbana till Nacka och Gullmarsplan/Söderort.
- Utbyggnad av tunnelbana till Arenastaden via Hagastaden.
- Utbyggnad av tunnelbana från Akalla till Barkarby station.



Figur 1. Utbyggnad av tunnelbanan enligt det avtal om finansiering och medfinansiering som tecknats av staten, Stockholms läns landsting, Stockholm stad, Nacka kommun, Solna stad samt Järfälla kommun.

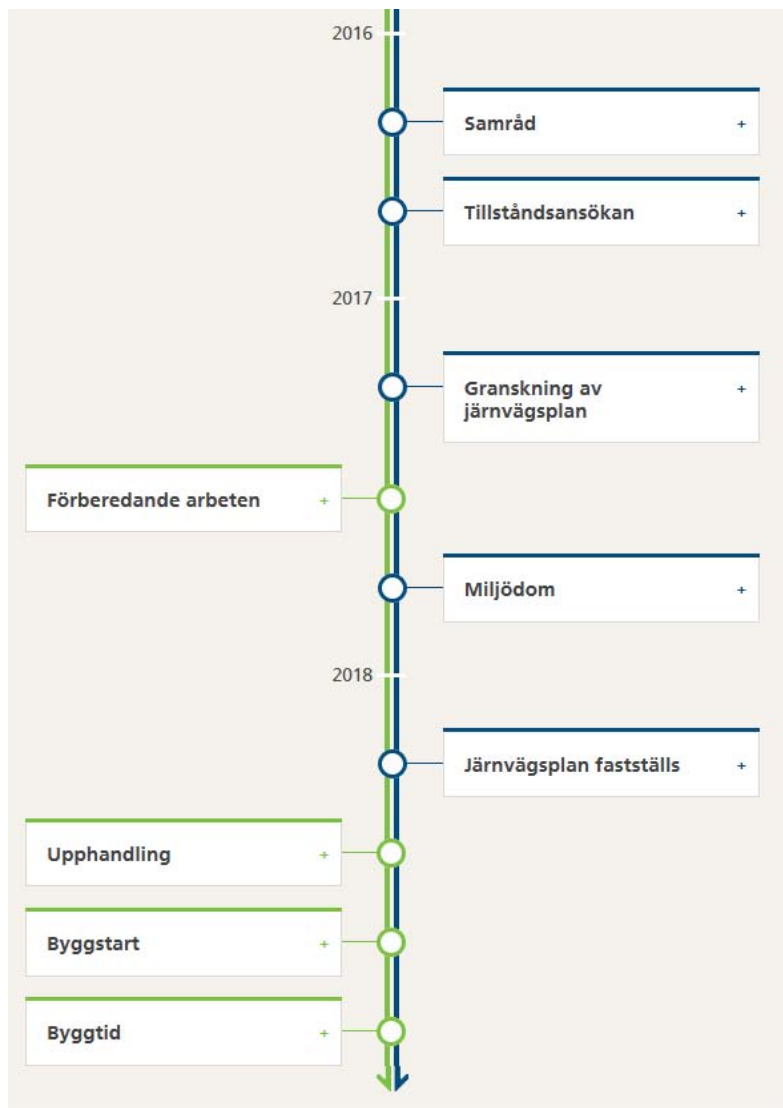
Stockholms läns landsting ansvarar för tunnelbanans utbyggnad. Detta genom att Förvaltning för utbyggd tunnelbana (FUT) inrättades den 1 mars 2014.

Förvaltningens uppdrag är att genomföra tunnelbanans utbyggnad och andra åtgärder inom ramen för 2013 års Stockholmsförhandling. I uppdraget ingår också planering och projektering av nya fordonsdepåer samt upphandling av signalsystem och vagnar.

Utbyggnaden av tunnelbanan mellan Akalla och Barkarby förväntas bidra till 18 000 nya bostäder i Järfälla kommun, varav 14000 ingår i Stockholmsöverenskommelsen. Utöver bostadsbebyggelsen omfattar avtalet cirka 4 kilometer ny tunnelbana och två nya tunnelbanestationer.

Motivet till att tunnelbanan ska byggas ut mellan Akalla och Barkarby station är att förbättra tvärförbindelserna i Stockholms kollektivtrafiknät. Genom att komplettera Barkarby station med en anslutning till tunnelbananätet underlättas arbetspendling. Detta är bland annat av betydelse för Barkarby och Jakobsberg, som binds samman med målpunkterna längs tunnelbanans förgrening till Akalla, exempelvis Kista. Den nya sträckningen innebär även en möjlighet att bygga bostäder i och omkring Barkarby då dess attraktivitet ökar. Särskilt viktig kommer tunnelbanan att vara för den framväxande stadsdelen Barkarbystaden som försörjs av kollektivtrafik genom två nya tunnelbanestationer.

I Figur 2 redovisas ungefärlig tidplan för tunnelbaneutbyggnaden Akalla-Barkarby station. Byggstarten för nya tunnelbanan från Akalla till Barkarby station är planerad till 2018 och byggtiden beräknas till cirka 6 år (<http://nyatunnelbanan.sll.se/sv/barkarby-om-projektet>).



Figur 2. Översiktlig redovisning av tidplanen för tunnelbanan Akalla-Barkarby station och ingående formella processer (från nyatunnelbanan.sll.se nov 2016).

2.2 Avgränsning

I projektet för tunnelbaneutbyggnad Akalla-Barkarby station kommer två typer av MKB:er att tas fram; MKB för ansökan om tillstånd enligt miljöbalken och MKB för järnvägsplan. MKB för järnvägsplan kommer också att nyttjas som MKB för detaljplaner för tunnelbana.

MKB-dokumenterna för tillstånds- respektive planprocess har delvis olika syfte och fokus. MKB:n för tillståndsprövningen enligt miljöbalken utgår från den bedömning av miljökonsekvenser som behövs för den prövningen, medan järnvägsplan och detaljplan i huvudsak reglerar markanvändningen. Miljökonsekvenser utifrån vad som beskrivs i järnvägsplanen kopplade till

driftstiden belyses översiktligt som indirekta konsekvenser i denna MKB. Miljökonsekvenserna redovisas i detalj i MKB för järnvägsplan. Järnvägsplanen reglerar också vilka skyddsåtgärder som behövs i den färdiga anläggningen med hänsyn till omgivningen och möjliggör markåtkomst.

2.2.1 Miljöaspekter

Följande miljöaspekter belyses i denna miljökonsekvensbeskrivning och bedöms som betydande:

Miljöaspekterna under drifttiden har lång varaktighet.

- Skadlig grundvattenpåverkan på hus och anläggningar, såsom sättningar, dämning, sänkta vattennivåer i brunnar, markavvattning och spridning av föroreningar i grundvattnet.
- Ytvatten avseende påverkan på Igelbäcken, Bällstaån och Edsviken från exempelvis dränvatten och länshållningsvatten.
- Skadlig grundvattenpåverkan på naturmiljö (identifierade grundvattenberoende objekt), exempelvis minskning av växttillgängligt vatten.
- Skadlig grundvattenpåverkan på kulturmiljö, såsom sättningar som skadar kulturvärden.

Miljöaspekter under byggtiden med begränsad varaktighet

- Stomljud
- Luftburet buller
- Masshantering och transporter
- Vibrationer – påverkan på byggnader, anläggningar och kulturvärden.
- Länshållningsvatten.
- Skadlig grundvattenpåverkan

2.2.2 Avgränsning i tid

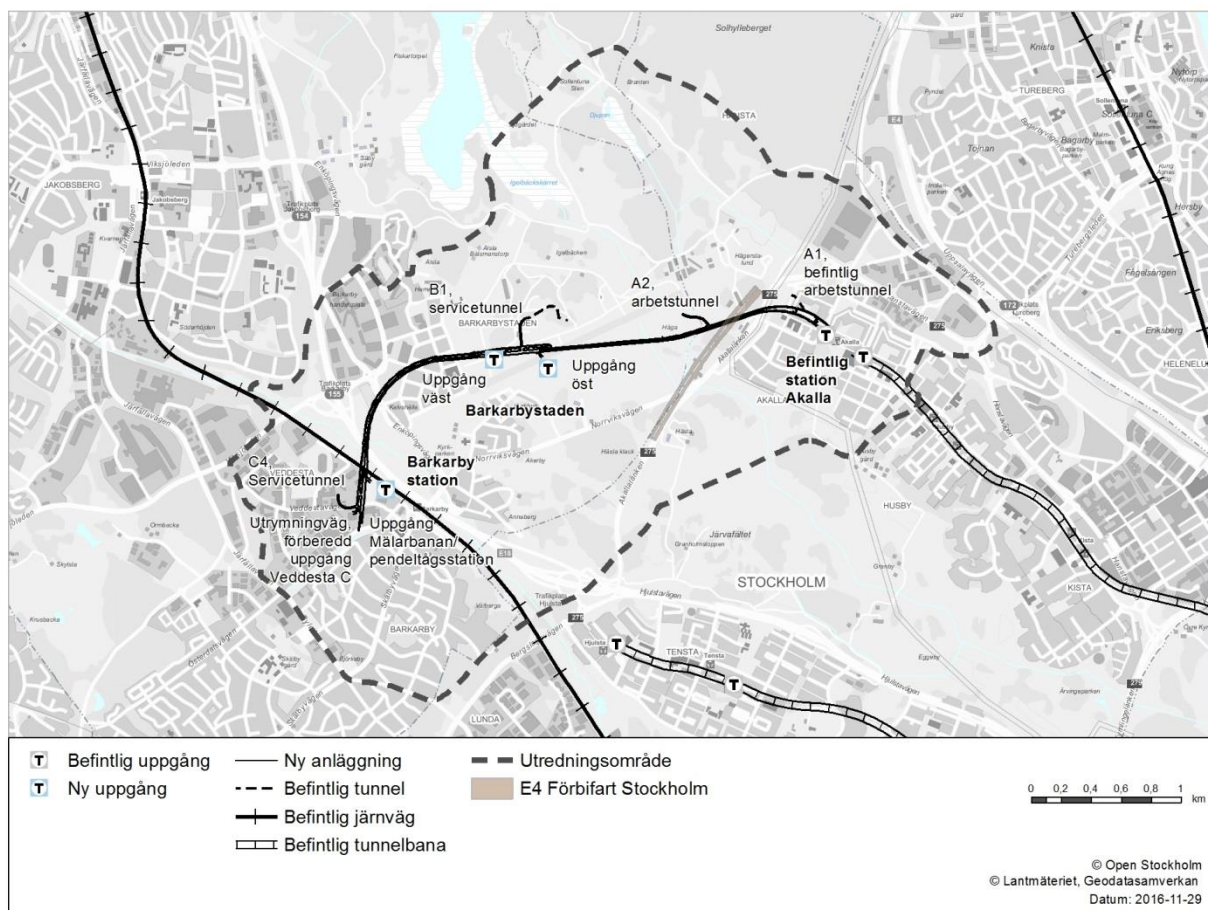
Miljökonsekvensbeskrivningens avgränsning i tid avser när en konsekvens kan antas uppstå och hur länge den kan antas bestå. Avgränsningen beror på om det är bygg- eller drifttiden som bedöms och huruvida konsekvenserna är övergående eller permanenta. Byggtiden beräknas pågå under perioden 2018-2024. Konsekvenser i samband med drifttiden avser varaktiga förhållanden då tunnelbanan är färdigställd och i drift.

2.2.3 Geografisk avgränsning

Inventering och utredningar av grundvattenförhållanden, geologi, geoteknik, samt natur- och kulturvärden, har skett inom ett större geografiskt område som benämns utredningsområde för grundvatten. Utredningsområdet var ett väl tilltaget område där SLL i tidigt skede bedömde att grundvattnet möjligen kunde påverkas. Denna information har legat till grund för grundvattenutredningarna och bedömningen av miljökonsekvenser från projektet.

Utredningsområdet för grundvatten har också använts som avgränsning för samrådskretsen.

Slutlig beskrivning av grundvatten och risker för påverkan som är kopplad till vattenverksamheten utförs inom det redovisade influensområdet. Influensområdet är det område som kan påverkas av grundvattensänkning om inga skyddsåtgärder genomförs. Det är utformat utifrån resultatet av genomförda hydrogeologiska fältundersökningar.



Figur 3. Utredningsområde för grundvatten, utbyggnadsgren Akalla-Barkarby station.

Beskrivning av aspekter under byggtiden utförs inom det område som behövs med hänsyn till förståelse för projektets påverkan och konsekvenser:

- Bullerstörningar, stömljud och luftburet buller, beskrivs för de områden där det finns risk för överskridanden av Naturvårdsverkets riktvärden.
- För utsläpp till vatten beskrivs recipienten.
- För vibrationer beskrivs ett område på 150 meter från platser där sprängning kan förekomma. Skador utanför detta område kan inte befaras uppkomma. Motiv se 8.3.2.

2.3 Metodik

I denna MKB identifieras och beskrivs den omgivningspåverkan som kan följa av projektet och vilka effekter och konsekvenser som påverkan kan medföra.

Arbetet avseende grundvatten- och ytvattenpåverkan och konsekvenser för specifika objekt redovisas i PM Hydrogeologi, teknisk Bilaga C till ansökan

I dagligt tal görs inte alltid en åtskillnad i betydelsen mellan begreppen påverkan, effekt och konsekvens. Effekt och konsekvens används till exempel ofta som synonymer. I miljökonsekvensbeskrivningar använder man däremot begreppen med skilda betydelser, detta för att göra beskrivningarna så entydiga som möjligt.

Intressets värden/ känslighet			
	Låga	Måttliga	Höga
Ingreppets/ störningens omfattning (storlek på effekter)			
	Stora positiva	Stora positiva konsekvenser	
	Måttliga positiva	Måttliga positiva konsekvenser	
	Små positiva	Små positiva konsekvenser	
	Ingen störning	Ingen konsekvens	
	Små negativa	Små negativa konsekvenser	
	Måttliga negativa	Måttliga negativa konsekvenser	
	Stora negativa	Stora negativa konsekvenser	

Figur 4. Illustration av hur konsekvensbedömningen görs utifrån en sammanvägning av berört värde och ingreppets omfattning. Illustrationen ska inte tolkas som en exakt mall för bedömning utan som en princip för hur konsekvensbedömningen är gjord.

Påverkan

Påverkan är den fysiska förändring som projektet/verksamheten orsakar, till exempel en grundvattennivåsänkning eller påverkan på ytvattenförhållanden.

Effekt

Effekten är den förändring av miljökvaliteter som uppstår till följd av projektets påverkan, till exempel att en energibrunn får lägre vattennivå eller om en byggnad riskerar att få sättningar. Effekter kan ofta, men inte alltid, beskrivas i kvantitativa termer.

Konsekvens

Konsekvens är effektens, eller flera effekters, betydelse för olika intressen, såsom människors hälsa och välbefinnande, landskapets kulturhistoriska värden eller den biologiska mångfalden.

Slutligen görs konsekvensbeskrivningar av både direkta och indirekta, samt positiva och negativa konsekvenser. Vid konsekvensbedömning ska både den berörda platsens förutsättningar och värden och de förväntade effekternas omfattning beaktas.

Matrisen nedan ger en förenklad beskrivning av metodiken bakom MKB:ns konsekvensbedömningar, Figur 4. Om ett område med stort värde störs i stor omfattning innebär det stora negativa konsekvenser medan en liten störning på ett område med stort värde innebär måttligt negativa konsekvenser. Positiva konsekvenser kan uppstå om inverkan på ett område är positivt.

En bedömning har gjorts av vilken påverkan som projektet antas medföra för respektive delområde och hur stor omfattningen av denna påverkan blir. Skalan som använts är stora negativa effekter, måttliga negativa effekter, små negativa effekter, ingen effekt/inverkan, små positiva effekter, måttliga positiva effekter, små positiva effekter.

Storleken på konsekvensen har bedömts genom en sammanvägning av värdet och omfattningen av ingreppet i respektive delområde. För att få en samlad bedömning av konsekvensen för respektive miljöaspekt har en sammanvägning för konsekvenserna för alla berörda delområden gjorts. Skalan som används för konsekvenser är stora positiva konsekvenser, måttliga positiva konsekvenser, små positiva konsekvenser, ingen konsekvens, små negativa konsekvenser, måttliga negativa konsekvenser, stora negativa konsekvenser.

Skyddsåtgärd

Med skyddsåtgärd avses i denna MKB skadeförebyggande eller skadebegränsande åtgärder.

3 Planeringsunderlag

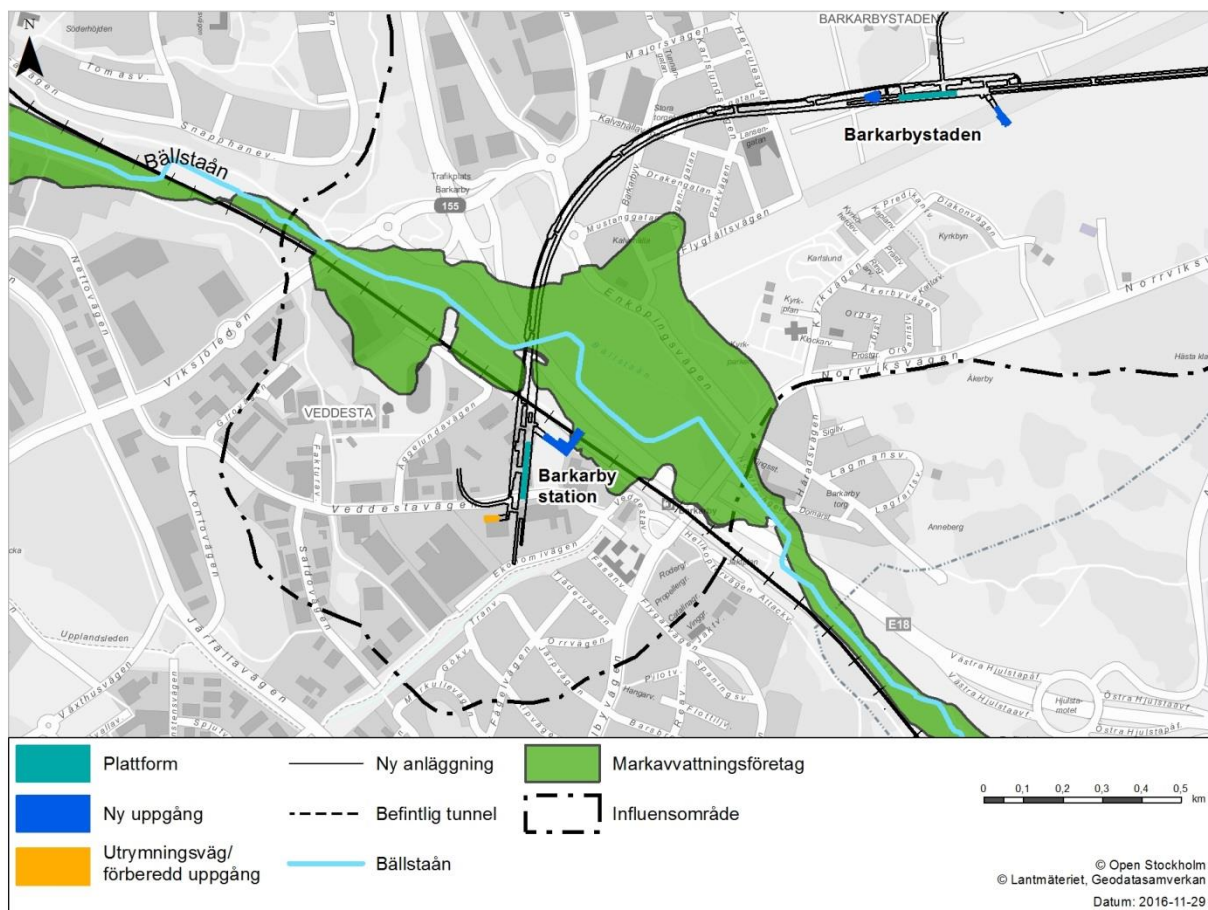
Planeringsunderlag

- Inom området där tunnelbanan ska anläggas finns flera befintliga verksamheter som är reglerade med detaljplaner, järnvägsplaner och vägplaner. Tunnelbanan får inte strida mot dessa planer.
- Det finns också verksamheter som har tillstånd enligt miljöbalken, som SLL har att förhålla sig till. SLL samordnar så långt som möjligt med dessa verksamhetsutövare.

3.1 Miljödomar

Inom område för aktuell verksamhet finns följande tillståndsgivna verksamheter.

- Trafikverket har erhållit tillstånd från mark- och miljödomstolen för grundvattenbortledning med tillhörande anläggningar från tunneln Förbifart Stockholm. I tillståndet ingår även omläggning av Stordiket. Dom 2014-12-17 i mål nr M 3346-11 (se vidare avsnitt 3.1.1).
- Trafikverket har erhållit tillstånd från mark- och miljödomstolen för grundvattenbortledning med tillhörande anläggningar för exempelvis cykeltunnlar under Mälarbanan. Dom 2012-12-06 i mål nr M 4983-10.
- Järfälla kommun har erhållit tillstånd till en dammanläggning i Igelbäcken för att reglera vattenståndet i Säbysjön. I tillståndet anges vattenhushållningsbestämmelser med en högsta nivå för sjön på +18,40 meter och en lägsta nivå på +17,60 meter. Vattenföringen omedelbart nedströms dammen får inte understiga fem liter per sekund så länge vatten finns att tillgå omedelbart uppströms dammen. Dom 1995-12-06 i mål nr VA 23/95.
- Bällstaån är till stor del påverkad genom markavvattningsföretag, två av dessa är delvis överlappande i aktuellt område (se Figur 5). Markavvattningsföretagen benämns Jakobsberg, Viksjö, Väddesta med flera cirka 1920 (AB_1_0161*) samt Viksjö, Jakobsberg, Kalfhälla med flera 1885 (AB_2_0019*). Markavvattningsföretagen löper längs med vattendraget. Det finns idag inga aktiva styrelser registrerad hos Länsstyrelsen i Stockholm. Järfälla kommun har påbörjat en tillståndsprövning om att upphäva markavvattningsföretagen och flytta Bällstaån i samband med detaljplanen för Barkarbystaden II. Syftet är att Bällstaån ska bli en mer aktiv del av landskapet i den kommande utbyggnaden av Barkarbystaden. Tunnelbaneutbyggnaden påverkar inte markavvattningsföretagen.



Figur 5. Markavvattningsföretag

3.1.1 Förbifart Stockholm

Trafikverket har erhållit tillstånd från mark- och miljödomstolen för grundvattenbortledning med tillhörande anläggningar från tunneln Förbifart Stockholm. I tillståndet ingår även omläggning av Stordiket.

Arbetena som ger grundvattenbortledning i Akalla är tänkt att ske mellan 2016 och 2019. Därav kommer påverkan från Förbifart Stockholm på grundvattennivåerna vara en förutsättning för arbetena med tunnelbanan.

I scenariot utan Förbifart Stockholm är området opåverkat av grundvattensänkning från den anläggningen. I scenariot med Förbifart Stockholm antas villkoren nedan vara fullt utnyttjade.

På aktuell sträcka av Förbifart Stockholm finns enligt (deldom 2014-12-17) följande villkor för inläckage under drifttiden. Höjderna avser rikets höjdsystem 1900, RH00.

I villkoren finns också läge för mätpunkter vilket inte redovisas här:

- Sträckan 27/720 – 28/300 (södra tunnelröret, pumpgrop tunneln under Järva) 65 liter/minut (på 580 meter).
- Sträckan 28/300 – 29/000 (norra tunnelröret, pumpgrop tunneln under Järva) 90 liter/minut (på 700 meter).

För arbetstunnel Hägerstalund tillåts ett inläckage på 20 liter/minut på 250 meter för tunnelnivå +10 till -16

För byggtiden gäller avseende grundvattennivåer att:

- Grundvattennivån får sänkas till nivån -3,0 för schakt vid betongtunnel och tråg vid trafikplats Akalla.
- Grundvattensänkningen får inte orsaka större sänkning av grundvattennivå i jord utanför angivna villkorsområden än 0,3 meter i förhållande till tidigare års nivåfluktuation.
- Grundvattennivån i område kring schakter som inte ingår i villkorsområdet får inte sänkas mer än vad som framgår av redovisat påverkansområde.
- Grundvattennivån i Hansta (Natura 2000) inte får sänkas.
- Krav på tätning och skyddsinfiltration.

Ytterligare villkor avseende exempelvis buller finns också i tillståndet.

3.2 Detaljplaner

Tillståndsansökan avser grundvattenbortledning och infiltration inom vissa fastigheter och tillstånd att utföra och bibehålla anläggningar för bortledandet och infiltrationen. De sökta åtgärderna strider inte mot några bestämmelser och för ansökt verksamhet aktuella detaljplanerna.

Järfälla kommun planerar bostadsbyggnadsprojektet i området. Flera detaljplaner håller därför på att tas fram inom det område som planerad tunnelbana berör. SLL samordnar planeringen så att grundvattenbortledning och infiltration kommer att vara förenligt med dessa kommande planer.

3.3 Järnvägsplan

Samtidigt med denna tillståndsansökan pågår arbete med järnvägsplan för sträckan Akalla-Barkarby station. Järnvägsplanen redovisar de markanspråk som behövs både permanent och temporärt under byggtiden för att genomföra utbyggnaden av tunnelbanan.

3.4 RUFS 2010

Den regionala utvecklingsplanen för Stockholmsregionen, RUFS 2010, pekar ut åtta regionala stadskärnor med potential att bli regionala knutpunkter. Denna flerkärniga bebyggelsestruktur ska avlasta Stockholms centrala delar och samtidigt kunna erbjuda samma utbud av tjänster och service. Området kring de två nya tunnelbanestationerna i Järfälla kommun ingår i den regionala

stadskärnan Barkarby-Jakobsberg, medan bebyggelsen i Akalla ingår i den regionala stadskärnan Kista-Sollentuna-Häggvik.

En viktig planeringsfråga i RUFS 2010 är Stockholmsregionens gröna kilar. RUFS 2010 redovisar ett så kallat grönt svagt samband i Järvakilens passage av Förbifart Stockholm. Bebyggelsen närmast Järvakilen i Barkarby-Jakobsberg samt i Akalla redovisas i RUFS 2010 som "Regional stadsbygd med utvecklingspotential", vilket troligen ska tolkas som att en lägre exploatering önskas i mötet med den gröna kilen.

RUFS 2010 redovisar behovet av en förbindelse mellan Barkarby-Jakobsberg och Kista-Sollentuna-Häggvik med förtydligandet "sträckning och trafikslag ej klarlagt". När dokumentet togs fram var det inte avgjort hur Barkarbystaden skulle kollektivtrafikförsörjas. Att tunnelbana byggs mellan de två regionala stadskärnorna är en utveckling som går helt i linje med intentionerna i RUFS 2010.

3.5 Kommunala översiktsplaner

Stockholms stads översiktsplan, med namnet "Promenadstaden", antogs år 2010. Översiktsplanen pekar ut Kista som en viktig tyngdpunkt i Stockholms ytterområde. Kista utvecklas enligt ambitionen om Kista Science City, där arbetsplatser tillsammans med nya bostäder och utbildning kommer att utvecklas. Som en utpekad strategi för att stärka förutsättningarna för Kistas utveckling föreslår översiktsplanen att satsningar på infrastrukturen genomförs. En sådan utpekad strategi är en förlängning av tunnelbanan från Akalla till Barkarby för att vidareutveckla den regionala kärnan.

I översiktsplanen framgår även att den regionala grönkilen nordväst om Kista, i form av Hansta naturreservat och Igelbäckens kulturresevat, bör tillvaratas och utnyttjas som en kvalitet i det framtida utvecklingsarbetet (Stockholms stad, 2010).

Stockholms stads förslag till ny översiktsplan är ute på samråd. I den nya översiktsplanen finns utbyggnad av tunnelbana mellan Akalla och Barkarby station med som en planeringsförutsättning.

Järfälla kommuns översiktsplan, med namnet "Järfälla – nu till 2030", antogs år 2014. Översiktsplanen utgår från den övergripande principen "Att växa med kvalitet". Översiktsplanen innehåller vision, mål och åtaganden för hur kommunens mark- och vattenresurser samt bebyggda miljö ska utvecklas. Ett mål för kommunen omfattar en samhällsekonomiskt effektiv, robust och långsiktigt hållbar infrastruktur. Detta mål knyts samman med Järfälla kommuns vision av Barkarby - Jakobsbergs utveckling mot en regional stadskärna med ett större utbud av verksamheter och nya bostäder.

En tyngdpunkt ligger på utbyggnaden av Stockholm Väst, vilken kommer fungera som regional och lokal nod för resor och motor i kommunens utveckling. Detta medför att både Barkarbystaden och området kring Barkarby station pekas ut som förtätningsområden med tät stadsstruktur (Järfälla kommun, 2014b).

3.6 Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer

- Vattenmyndigheten har beslutat om vilken kvalitet (miljökvalitetsnorm, MKN) vattenförekomsterna i området ska uppnå eller bevara. Kvaliteten uttrycks i ekologisk status och kemisk status. Ekologisk status klassificeras som dålig, otillfredsställande, måttlig, god eller hög. Kemisk status klassificeras som god eller uppnår ej god status. Om en vattenförekomst inte uppnår god status måste kommunen och andra myndigheter vidta åtgärder så att miljökvalitetsnormerna ska kunna följas.
- Bällstaån har idag otillfredsställande ekologisk status och uppnår ej god kemisk status.
- Igelbäcken har god ekologisk och god kemisk status (undantaget kvicksilver och PBDE).
- Inga åtgärder får riskera att försämra statusen för vattendragen.

3.6.1 Ytvatten

Miljökvalitetsnormer (MKN) för vattenförekomster utgör kvalitetskrav. För ytvattenförekomster syftar normerna till att uppnå hög eller god ekologisk status och god kemisk ytvattenstatus till 2015, om de inte omfattas av undantag. Undantag kan meddelas i form av tidsfrist, exempelvis god ekologisk status 2021, eller mindre strängt krav. Nuvarande ekologisk status, ekologisk potential samt kemisk ytvattenstatus har bedömts för varje vattenförekomst. Ekologisk status är en sammanvägning av biologiska, kemiska och hydrologiska parametrar. Exempel på kemiska parametrar som ingår under ekologisk status är näringsämnen och pH.

Ekologisk status klassificeras i fem klasser: hög, god, måttlig, otillfredsställande och dålig status. Kemisk ytvattenstatus bestäms av gränsvärden för 33 ämnen som är gemensamma för EU. Samtliga ämnen är miljögifter och benämns i vattenförvaltningsarbetet som prioriterade ämnen. Exempel på prioriterade ämnen är: kadmium, kvicksilver, tributyltenn (TBT) och flera olika polyaromatiska kolväten (PAH). Samtliga vatten som har miljökvalitetsnormer finns i en databas, Vatteninformationssystem Sverige (VISS), och beskrivs som vattenförekomst. Varje vattenförekomst har ett ID-nummer och en beskrivning av dess status. Nedanstående information om Bällstaån, Igelbäcken och Edsviken är hämtad från VISS. Arbetet pågår just nu hos vattenmyndigheterna att se över fastställda miljökvalitetsnormer för vattenförekomsterna och nya förslag finns framtagna för perioden 2016-2021. Både fastställda och föreslagna miljökvalitetsnormer redovisas nedan.

Inga åtgärder får genomföras inom avrinningsområdena som riskerar att försämra vare sig kemisk eller ekologisk status.

3.6.1.1 Igelbäcken

Igelbäcken (SE658818-162065) har god ekologisk status och god kemisk status (exklusive kvicksilver och polybromerade difenyletrar). Igelbäckens läge redovisas i Figur 8.

Igelbäcken uppnår ej god kemisk status avseende kvicksilver, vars halter i fisk överskrider gällande gränsvärden. Då det i praktiken inte är tekniskt möjligt att minska tillförseln av kvicksilver och eftersom att den största påverkan av kvicksilver består av atmosfärisk deposition omfattas Igelbäcken av ett generellt undantag. Det finns även ett undantag i form av ett mindre strängt krav för polybromerade difenyletrar (PBDE), med skälet att det är tekniskt omöjligt att genomföra och gränsvärdet överskrids i fisk i samtliga vattenförekomster. En tidsfrist går därför inte att sätta. För Igelbäcken finns förbättringsbehov avseende miljögifter och konnektivitet. Igelbäcken ingår i ett föreslaget åtgärdsområde tillsammans med Edsviken och Brunnsviken.

3.6.1.2 Bällstaån

Bällstaån (SE658718-161866) har otillfredsställande ekologisk status och uppnår ej god kemisk status. Bällstaåns läge redovisas i Figur 8.

Vattenförekomsten har enligt fastställd miljö kvalitetsnorm fått tidsfrist för att uppnå god ekologisk status till 2021.

Utslagsgivande för den sammanvägda bedömningen av ekologisk status är otillfredsställande status för Kiselalger. Detta stöds av Dålig status för Näringsämnen. Kiselalger är den enda biologiska kvalitetsfaktorn som bedömts i detta vattendrag. Enligt förslagen ny miljö kvalitetsnorm kan inte god ekologisk status uppnås till 2015 eller 2021 på grund av orimliga kostnader. I Bällstaån har det konstaterats att bland annat flödesförändringar är en orsak till att god ekologisk status inte nåtts till 2015. Bällstaån är dessutom fysiskt förändrad (morfologiskt förändring) och omformad genom exempelvis kulvertering på ett sådant sätt att det har förändrat åns ekologiska helhet. Vattenförekomsten har fått tidsundantag till 2027 för att uppnå god ekologisk status.

Bällstaån ingår i föreslaget åtgärdsområde för Ulvsundasjön. För att nå god ekologisk status till 2027 behöver fortfarande en stor del av de planerade åtgärderna genomföras före 2021. Särskilt förorenande ämnen som överskrider gränsvärdet är zink och ammoniak.

Bällstaån uppnår ej god kemisk ytvattenstatus. Ämnen som överskrider gränsvärdet är polybromerade difenyletrar (PBDE), benso(b)fluoranten, benso(ghi)perylen, kvicksilver och polybromerade difenyletrar. En tidsfrist är därför satt till 2021.

3.6.1.3 Edsviken

En del av vattnet från influensområdet leds till Järva dagvattentunnel som mynnar i Edsviken. Edsviken ligger mellan Sollentuna och Danderyds kommuner, alltså öster om området.

Edsviken (SE659024-162417) har dålig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status.

Ekologisk status baserad på bottenfauna (2011-2012), växtplankton (2007-2012) samt allmänna förhållanden- sommarvärden för näringsämnen och siktdjup (2007-2012). Växtplankton uppvisar otillfredsställande- och bottenfauna dålig status. Bottenfauna är därmed avgörande för statusbedömningen.

Vattenförekomsten har enligt fastställd miljö kvalitetsnorm fått tidsfrist för att uppnå god ekologisk status till 2021. Enligt förslagen ny miljö kvalitetsnorm kan inte god ekologisk status uppnås till 2021 på grund av övergödning. För att åtgärda övergödningen krävs omfattande åtgärder inom hela Östersjöns avrinningsområde. Fördröjningen i biogeokemiska system gör att det tar viss tid innan åtgärderna får full effekt på näringsstatusen. Vattenförekomsten har fått tidsundantag till 2027 för att uppnå god ekologisk status.

Ämnena som inte uppnår god kemisk status i vattenförekomsten är kvicksilver, antracen, polybromerade difenyletrar (PBDE) och tributyltenn-föreningar.

Enligt fastställd miljökvalitetsnorm ska god kemisk ytvattenstatus uppnås 2015, med tidsfrist till 2021 för tributyltennföreningar. Enligt förslagen ny miljökvalitetsnorm är kvalitetskravet att god kemisk status (exklusive kvicksilver och polybromerade difenyletrar) ska uppnås. Tidsfrist till 2027 ges för tributyltennföreningar och antracen.

3.6.2 Grundvatten

Inga grundvattenförekomster enligt vattenförvaltningsförordningen finns avgränsade inom utredningsområdet.

3.6.3 Luftkvalitet

Miljökvalitetsnormer (MKN) för luftkvalitet är den svenska implementeringen av EU:s ramdirektiv för luft och är ett juridiskt bindande styrmedel för att förebygga och åtgärda miljöproblem, uppnå miljökvalitetsmålen och genomföra EG-direktiv.

Tabell 1. Miljökvalitetsnormer för kvävedioxid och partiklar.

Ämne	Medel-värdestid	MKN	Kommentar
NO ₂	1 år	40 µg/m ³	Aritmetiskt medelvärde
	1 dygn	60 µg/m ³	Får överskridas 7 gånger ¹ per kalenderår
	1 timme	90 µg/m ³	Får överskridas 175 gånger ² per kalenderår, förutsatt att halten inte överstiger 200 µg/m ³ under en timme ³ mer än 18 gånger per kalenderår
PM ₁₀	1 år	40 µg/m ³	Aritmetiskt medelvärde
	1 dygn	50 µg/m ³	Får överskridas 35 gånger ⁴ per kalenderår

¹ 7 gånger per kalenderår motsvarar för dygnsvärden 98-percentil

² 175 gånger per kalenderår motsvarar för timvärden 98-percentil

³ 18 gånger per kalenderår motsvarar för timvärden 99,8-percentil

⁴ 35 gånger per kalenderår motsvarar för dygnsvärden 90-percentil

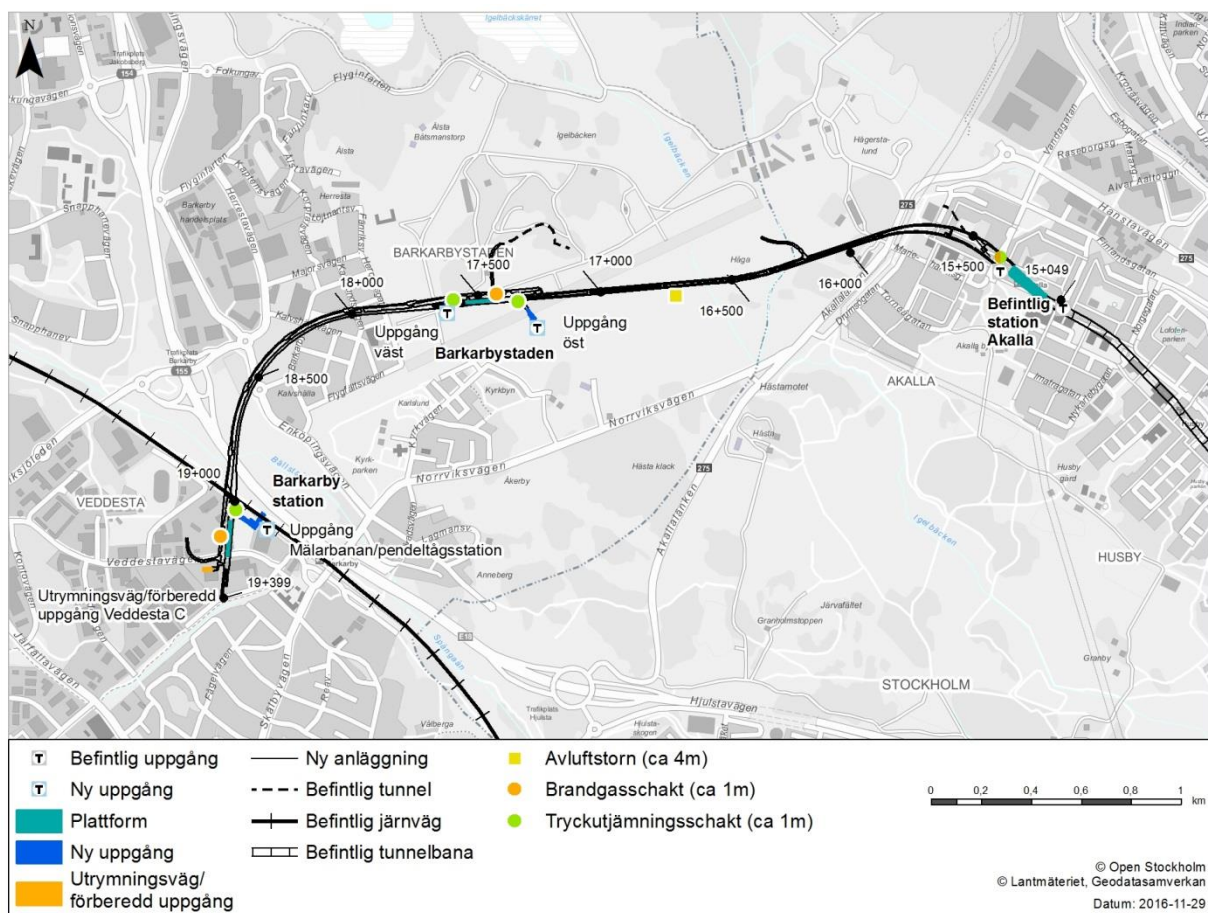
Alla regionens källor bidrar till föroreningsituationen längs tunnelbanesträckan Akalla – Barkarby station, men i närområdet liksom allmänt i svenska urbana miljöer dominerar trafiken som utsläppskälla. Fokus i denna MKB är MKN för kvävedioxid och partiklar, ämnena som återfinns i höga halter och som ibland överskrider MKN i tätortsmiljöer. De gällande miljökvalitetsnormerna för NO₂ och partiklar (PM₁₀) sammanfattas i Tabell 1.

4 Beskrivning av området

4.1 Lokalisering

Tunnelbanesträckningen Akalla-Barkarby station kommer att lokaliseras under mark i hårt berg och sträcka sig från Akallas befintliga tunnelbanestation i Stockholms stad till Barkarby station, via Barkarbystaden, i Järfälla kommun. I Barkarbystaden anläggs en ny station i höjd med flygfältets västra del. Barkarby station planeras under E18 och Mälarbanan. En översiktskarta finns i Figur 6.

Landskapet är ett typiskt spricklandskap, med tämligen flackt jordbruksmark blandat med moränholmar och sjöar. Den storskaliga riktningen i sprickdalarna är nordnordvästlig, alltså ungefär den riktning som Järvakilen har. Trafiklederna och bebyggelsen längs Järvafältet förstärker denna struktur, särskilt längs E18, där trafikleden bildar en tydlig gräns för grönområdet.

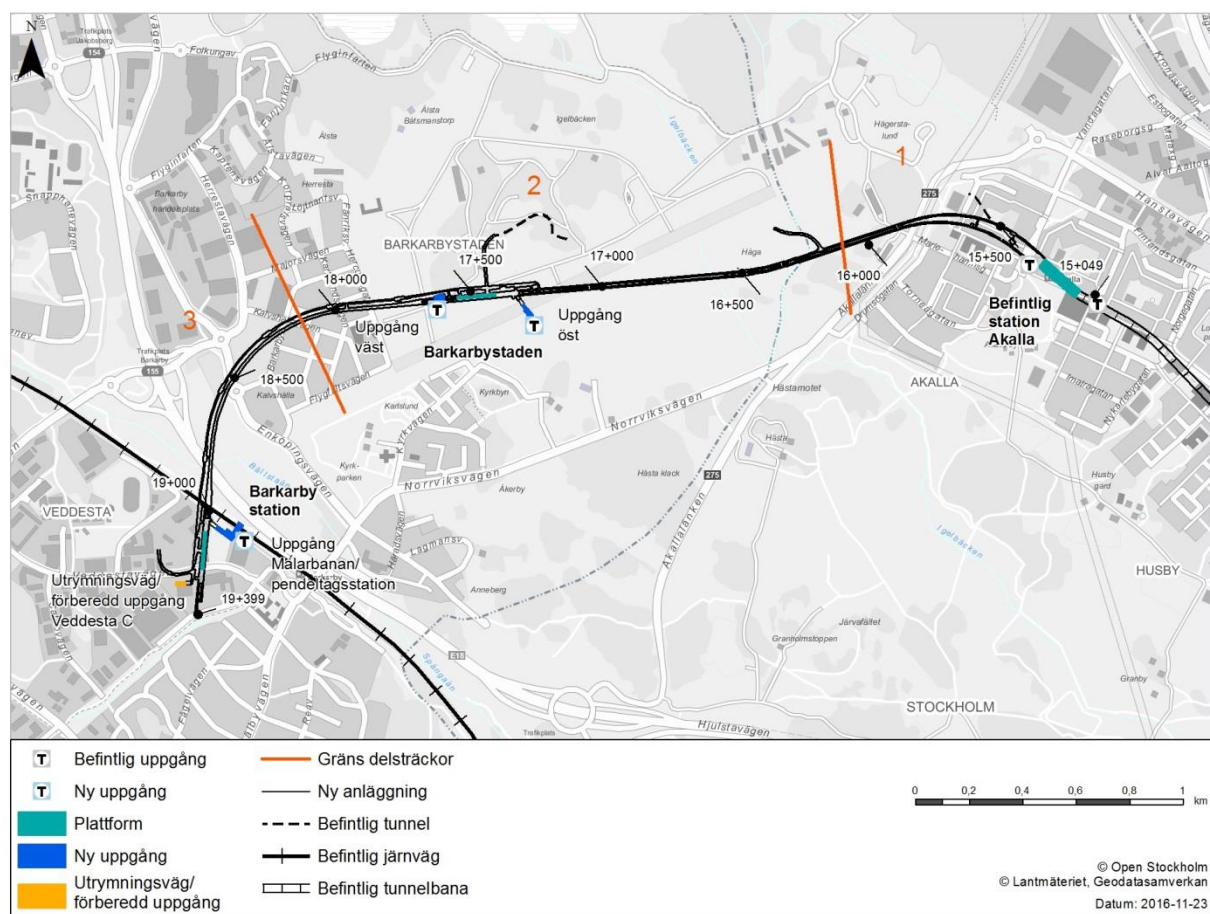


Figur 6. Översiktskarta.

Området karaktäriseras av större slättområden (vid flygfältet, Barkarby station och kring Igelbäcken) samt höjdparter. De flesta höjdparter är mindre men några större sammanhängande förekommer, bland annat vid Akalla och Vålberga (söder om Barkarby station). En översiktskarta finns i Figur 6.

Tunnelbanesträckan har delats upp i delsträckor för att underlätta redovisningen av effekter och konsekvenser. Indelningen baseras på likartade förhållanden avseende tunnelns läge i djupled, geologiska förhållanden (jordlager och djup till berg), grundvattenförhållanden samt förekomst av potentiella skadeobjekt.

Delsträckorna och längdmätningen redovisas i Figur 7.



Figur 7. Indelning i delsträckor och redovisning av längdmätning.

Delsträcka 1: Akalla station-Hägerstahund

Den befintliga stationen Akalla ligger relativt högt. För att kunna korsa under den planerade vägtunneln för Förbifart Stockholm sänks spårlinjen kraftigt på delsträckan. Berggrundens topografi varierar och även jorddjupen, vilket gör att grundvattenförhållandena också varierar. Längs delsträckan finns samlad bebyggelse och anläggningar som kan utgöra potentiella skadeobjekt.

Delsträcka 2: Hägerstalund – Barkarby handelsplats

På hela delsträckan ligger spårlinjen på ungefär samma djup. Berget ligger relativt ytligt och jordlagren är mestadels tunna. Detta innebär att magasinskapaciteten i jordlagren är begränsad och att inga större sammanhängande grundvattenmagasin förekommer. Inom delsträckan korsas en berggrundsbedingad regional grundvattendelare. Längs delsträckan förekommer få potentiella skadeobjekt.

Delsträcka 3: Barkarby handelsplats – Barkarby station

Djupet till berg varierar kraftigt på delsträckan, och för att erhålla tillräcklig bergtäckning vid Barkarby station sänks därför spårlinjen på sträckan. Partier med stora jorddjup förekommer. Grundvattenytan ligger högt och våtmarker förekommer i lågområden. Större sammanhängande grundvattenmagasin kan förekomma längs Bällstaåns dalgång. Längs delsträckan förekommer mycket bebyggelse och anläggningar som kan utgöra potentiella skadeobjekt.

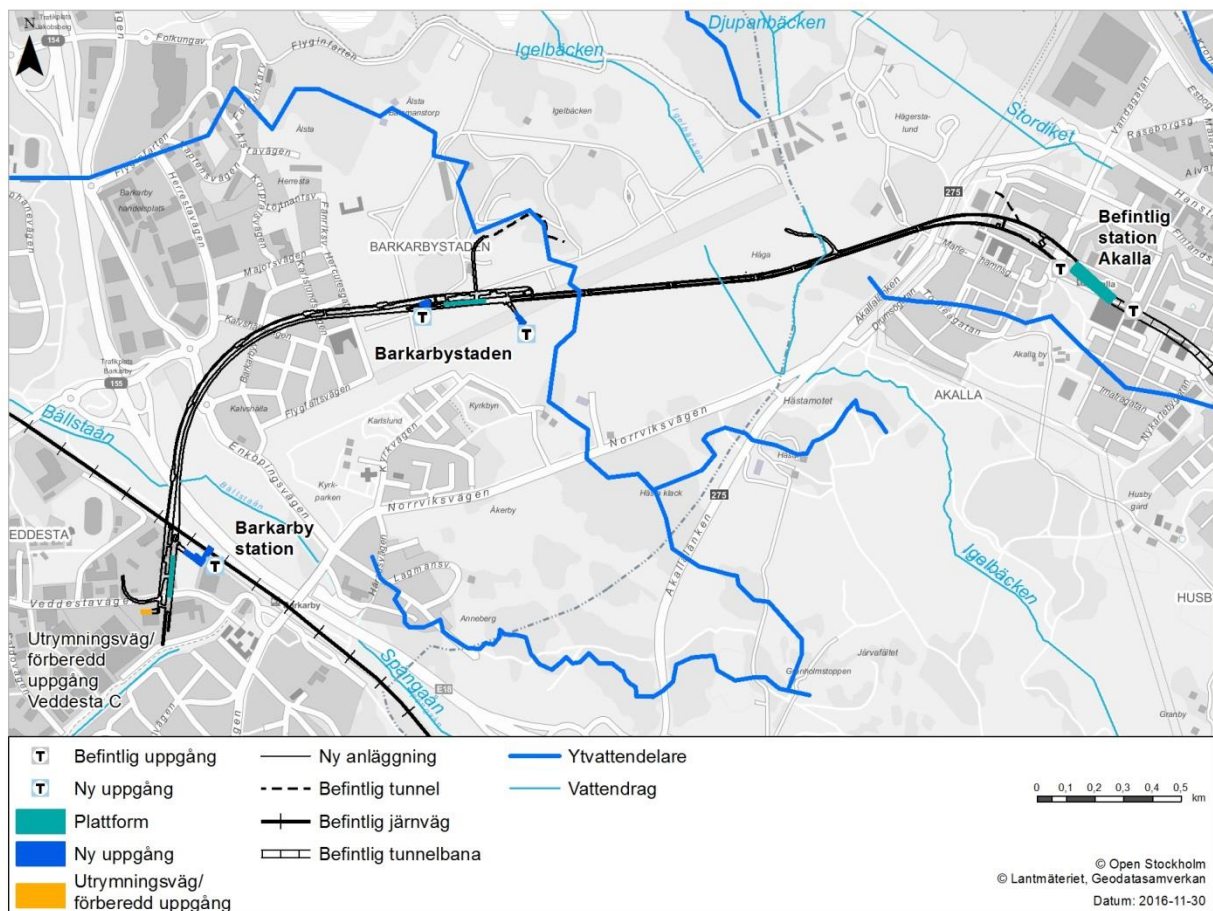
4.2 Mark- och vattenförhållanden

Mark- och vattenförhållanden

- Bällstaån och Igelbäcken rinner genom området för den nya tunnelbanan.
- Bällstaåns vattenkvalitet påverkas idag negativt av mycket dagvatten från bebyggelse och vägar. Den är också översvämningskänslig när den rinner i låglänta områden.
- Igelbäcken är delvis kulverterad genom området. Den har god vattenkvalitet då avrinningsområdet i första hand består av naturmark. Vattendraget har under delar av året vattenbrist eftersom vattnet inom delar av det naturliga avrinningsområdet istället leds till Edsviken.
- Det finns flera områden med lera längs med tunnelbanesträckningen men också mindre höjder med berg och morän. Morän är mera grovkornig än lera.
- Mot Barkarby station ökar jorddjupet och lermäktigheten, upp mot tio meter kan förekomma.
- Berggrunden består huvudsakligen av granit och granitgnejs med viss sprickbildning.
- Det finns grundvatten i både jord och berg. Grundvattnet i östra delen av området rinner mot Östersjön och grundvattnet i den västra delen rinner mot Mälaren.
- Föroreningshalten i mark och grundvatten är generellt låg i utredningsområdet.

4.2.1 Ytvatten

En regional ytvattendelare löper genom området vid Barkarbyfältet. Barkarbyfältet är inom detta område mycket flackt vilket medför att denna vattendelare är svag, d.v.s. ej tydlig. Den är diffus och bred, vilket också kan förklara att vattendelaren har definierats med lite varierande läge i olika studier. Sannolikt har marken jämnats av i samband med byggandet av landningsbanan. Den östra delen avvattnas via Igelbäcken mot Östersjön och den västra via Bällstaån mot Mälaren, se Figur 8.



Figur 8. Vattendrag och ytvattendelare.

4.2.1.1 Bällstaån

Bällstaån börjar i Jakobsberg och flyter därefter genom Järfälla, Stockholm, Solna och Sundbyberg och leder efter cirka tio kilometer ut i Bällstaviken. Avrinningsområdet storlek uppgår till cirka 36 kvadratkilometer. På sträckan uppströms Barkarby Station är ån belastad med dagvatten från bebyggelse i Järfälla samt av vägdagvatten, bland annat från E18/trafikplats Hjulsta.

Bällstaån är uträdd samt kulverterad längs flera delsträckor. Medelvattenföringen i ån är 0,250 kubikmeter/sekund vid mynningen. Vid Hjulsta finns en flödesbegränsning i form av vägtrumma. Ån är kulverterad på en sträcka av 1,4 kilometer under Spånga centrum.

Åns fallhöjd är endast tio meter och den saknar strömsträckor (sträckor med snabbt rinnande vatten). Ballstaån är mycket översvämningsskänslig och låglänta områden längs ån översvämmas vid höga flöden. Järfälla kommun arbetar med att analysera översvämningssriskerna och planera åtgärder i samband med exploateringen av Barkarbystaden.

Åkerbykärret är en våtmark vid Hästa klack som ligger inom Ballstaåns avrinningsområde. Denna ligger uppströms inom en dalgång som dräneras mot områdena öster om tunnelbanans sträckning och Barkarby station. Våtmarken är med stor sannolikhet grundvattenberoende även om delar av vattentillförseln sker genom ytavrinning. Under våtmarken finns ett mindre grundvattenmagasin vars utbredning i stort överensstämmer med våtmarken.

4.2.1.2 Igelbäcken

Igelbäcken rinner från Säbysjön i Järfälla till Edsviken i Solna och Sollentuna och har en total längd på tio kilometer. Bäcken är uträdd över den nedlagda flygplatsen

och går där delvis i en kulvert. Vattendraget är dämt vid Säbysjöns utlopp för att reglera sjöns vattennivå, detta utjämnar också Igelbäckens vattenföring vilket minskar risken för uttorkning.

Igelbäckens vattenflöde är huvudsakligen beroende av ytavrinning och Säbysjöns utlopp som är reglerat. Grundvatteninströmning är dock ett viktigt tillskott på delar av Igelbäckens sträcka, det är dock inte närmare klarlagt om det gäller för den aktuella sträckan. Igelbäckens flöde är påverkat av Järva dagvattentunnel som går mellan Akalla och Edsviken. Det största biflödet kommer från Djupanbäcken som löper parallellt med Igelbäcken och ansluter till denna strax väster om Hästa bytomt. Det sker ett inläckage av grundvatten till dagvattentunneln vilket minskar tillskottet av grundvatten till bäcken.

Avrinningsområdet är cirka 14,6 kvadratkilometer stort och består mestadels av naturmark och odlad mark samt begränsad del bebyggelse (cirka två procent). Medelvattenföringen i Igelbäcken är cirka 100 liter/sekund, medan lägsta flödet är 1,4 liter/sekund och högsta cirka 600 liter/sekund.

Avrinningsområdet var större tidigare, men i samband med etablering av bebyggelse inom avrinningsområdet leddes dagvatten över till Järva dagvattentunnel och ut i Edsviken istället för att föras till Igelbäcken. Stockholm Vatten AB har uppskattat mängden till 0,4 miljoner kubikmeter/år (cirka 13 liter/sekund) och det är beräknat för hela den sträcka av Igelbäcken som påverkas av dagvattentunneln. Det minskade tillskottet av vatten till Igelbäcken har lett till att vattenföringen har minskat. Särskilt sommartid uppstår problem med låg vattenföring och Stockholm Vatten AB tillför vid behov cirka fem liter/sekund för att förhindra att vattenföringen blir alltför låg i bäcken.

Igelbäcken har relativt höga kväve- och fosforhalter och låga till måttliga halter av metaller. Grundvattnet som rinner till bäcken har förhöjda halter av metaller särskilt i anslutning till Granholmstoppen (tidigare deponi). Det pågår arbete för att förbättra både kvalitet och kvantitet på vattnet i bäcken.

4.2.1.3 Djupanbäcken, Djupan och Stordiket

Djupanbäcken är ungefär två kilometer lång och har sin källa i sjön Djupan i Östra Järvafältets naturreservat. Djupanbäcken är Igelbäckens största biflöde. Därifrån rinner den vidare genom Hansta naturreservat för att sedan gå i kulvert under Barkarby flygplats och som öppet dike ned till utloppet i Igelbäcken strax ovanför Akallavägen. Djupanbäcken har liksom Igelbäcken problem med att vattenflödet är för litet, och detta behöver öka både från sjön och från det anslutande Stordiket. Stordiket som ligger vid Akalla avrinner i huvudsak åt väster och sedan vidare mot Djupanbäcken. Tillrinningsområdet till Stordiket är idag cirka 0,6 kvadratkilometer stort. Förbi motocrossbanan går Stordiket helt rakt och är delvis lagt i kulvert och delvis öppet. Stordiket är på

stora delar av sträckan grävt med branta sidor, förutom i mynningen till Djupanbäcken där den är grund.

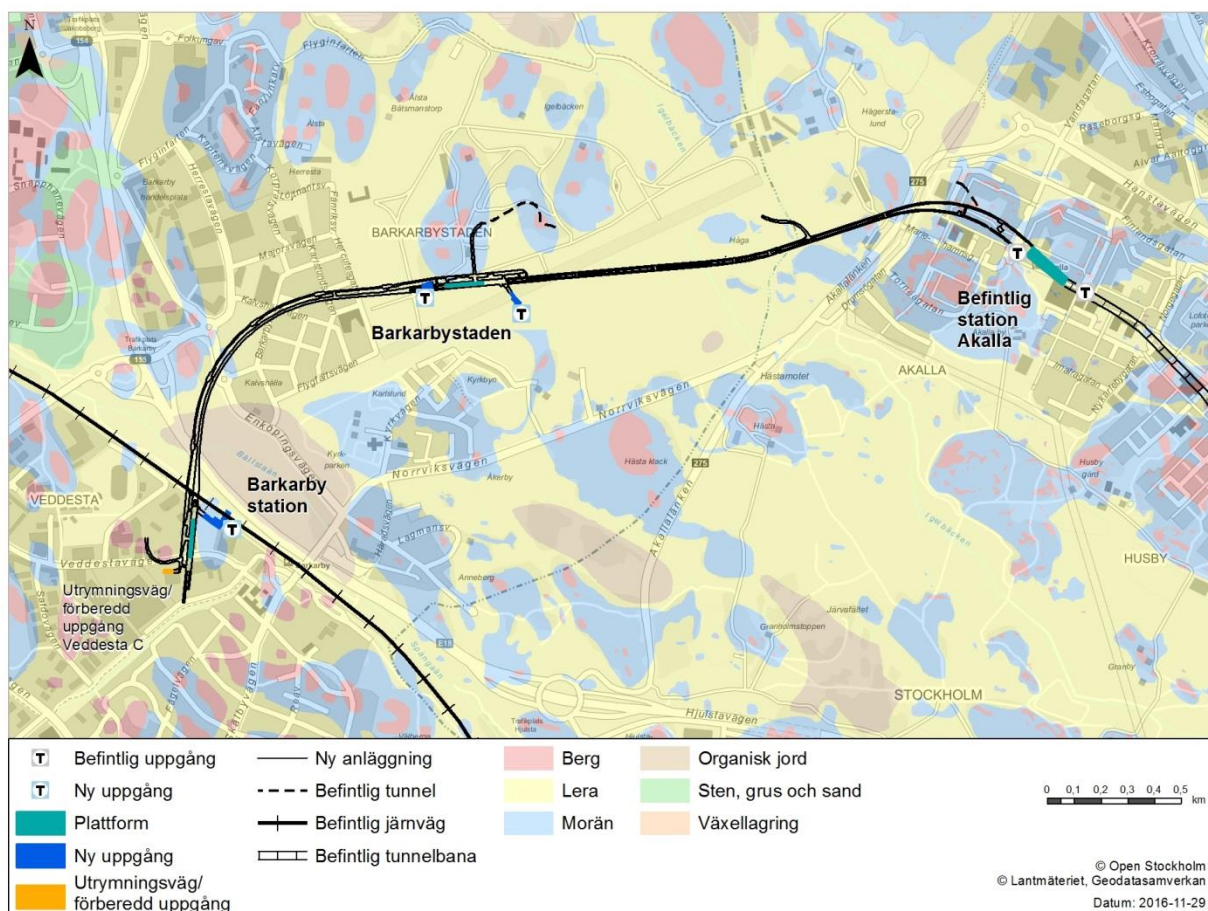
Stordikets vattenflöde bedöms huvudsakligen komma från ytavrinning medan det i låglänta delar kan ske en tillförsel via grundvatten. Intilliggande dammar bedöms dock till stor del vara grundvattenberoende.

4.2.1.4 Edsviken

Edsviken är en långsträckt, smal vik av Östersjön inom Danderyds, Solna och Sollentuna kommuner. Edsviken sträcker sig från Stocksund och Bergshamra i söder till Edsberg i norr. Den är cirka 7,7 kilometer lång och har en yta av 3,6 kvadratkilometer. Maximalt vattendjup är cirka 20 meter. Edsvikens vatten är bräckt och hem för både sötvattenlevande och marina arter. Havsviken är övergödd och hårt belastad av dagvattenavrinning från kommunerna inom avrinningsområdet. Tidigare okontrollerad avloppshantering har också bidragit till övergödningen. I kombination med dålig vattenomsättning leder detta till syrebrist och begränsade villkor för växt- och djurliv.

4.2.2 Jordlager

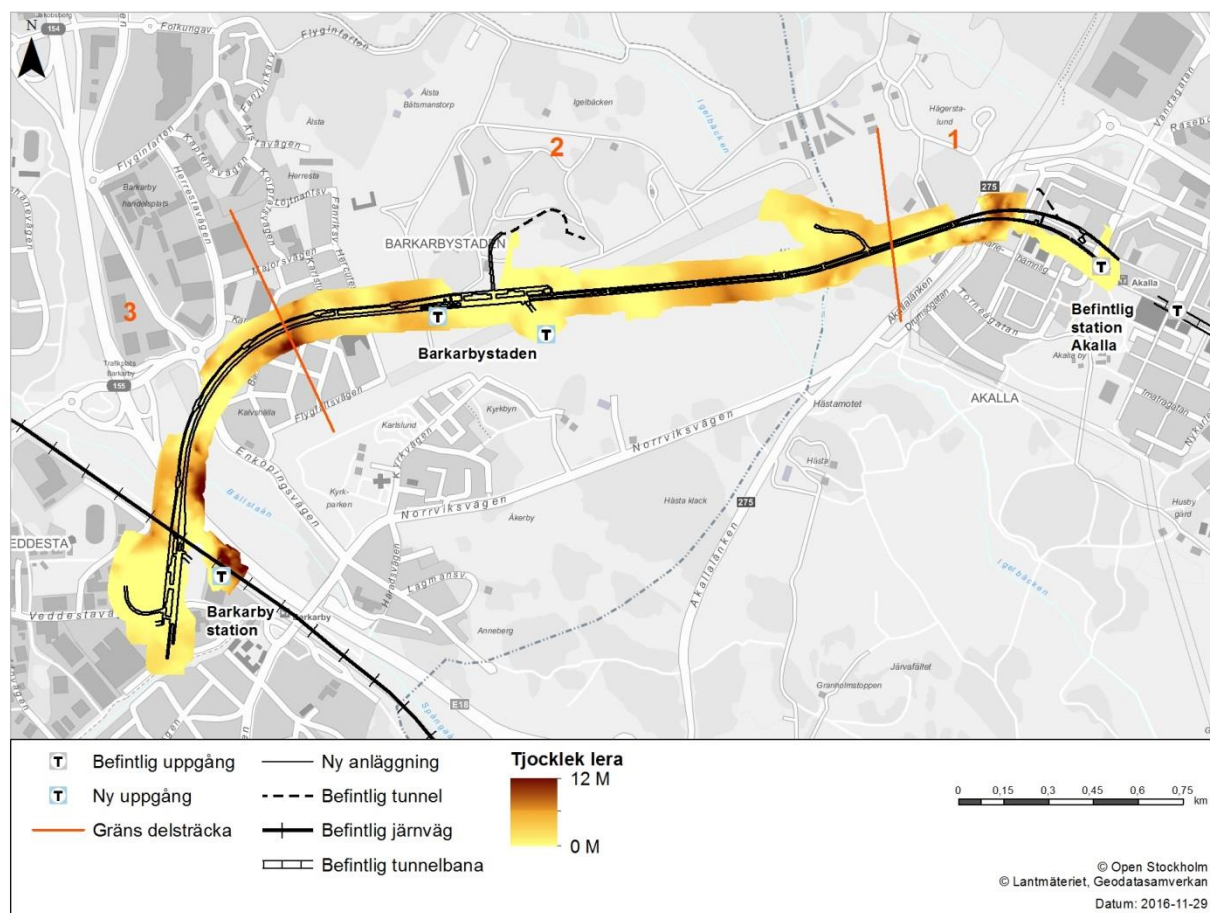
Området karaktäriseras av större sammanhängande lerområden och mindre höjder med berg och morän, se jordartskarta i Figur 9. Under leran ligger friktionsjord (ibland klassad som morän) av varierande sammansättning, från relativt finkornig (siltig-sandig) till grovkornig (sandig-grusig).



Figur 9. Jordartskarta.

Det förekommer också lågpartier i terrängen med organisk jord vid markytan, alltså torv, dy eller gyttja/gyttjelera. Dessa återfinns norr om planerad sträckning, vid Säbysjön samt söder om Hästa klack (Åkerbykärret) och vid Barkarby station.

Friktionsjordens sammansättning och lerans sättningskänslighet har undersökts så att påverkan av grundvattensänkning kan beräknas. Lerdjupet varierar starkt liksom djupet till berg, se karta i Figur 10.



Figur 10. Lerdjup längs med aktuell sträckning.

Delsträcka 1 (Figur 7) präglas generellt av förhållandevis små jordmaktigheter. Fastmarkspartier med berg i dagen eller ytnära berg omgärdas av leror av ringa mäktighet som i sin tur överlagras ganska tunna friktionslager ovan berg. De ytliga friktionsjordarna består oftast av sandig morän som i förekommande fall kan vara både rikblockig och storblockig. Organiska jordar kan också förekomma i ytlagren i linjens närhet.

Mellan fastmarkspartierna i höjd med skärningen Hanstavägen/Akallälänken påträffas större lerdjup i nära anslutning till sträckningen, uppemot 10 meter lokalt. Cirka 150-200 meter norr därom förekommer mäktigare leror mer utbredd och ibland överlagras dessa leror av organiska jordar i form av kärrtorv och gyttja.

Längs i stort sett hela delsträcka 2 utgörs de ytligaste jordlagren av stora lerområden med varierande, oftast mindre mäktigheter. Mellan lera och berg är friktionsjord, oftast i form av sandig morän, avsatt i relativt tunna lager. De största jorddjupen förekommer närmast söder om sträckningen, särskilt i områdena allra längst västerut vid anslutningen mot delsträcka 3.

Ett antal mindre fastmarkspartier återfinns längs delsträcka 2:s östligaste 400 meter, men under den därpå följande halvkilometern fram till station Barkarbystaden utgörs de ytligaste skikten uteslutande av lera. Lokalt förekommer längs denna sträcka lerdjup på mellan åtta och tio meter, men allmänt varierar mäktigheterna mellan en och sex meter. De underliggande friktionsjordarna närmast sträckningen uppvisar i sin tur mäktigheter på mellan noll och tre meter.

Där delsträcka 3 ansluter mot Delsträcka 2 är jorddjupen ganska stora, uppemot 10-12 m. Västerut tunnas lerlagren ut och fastmarkspartier återfinns. Både berg i dagen och sandig morän förekommer, liksom områden där sand avsatts direkt mot berget. Jorddjupen är i dessa områden mellan två och sex meter, men tilltar söderut när lera åter dominerar ytlagren. Strax norr om Barkarby station, i höjd med Bällstaån präglas de översta lagren av organiskt material, gyttja, torv och kärrtorv, på uppemot tre meter. Dessa jordar underlagras av lera och gyttjig lera med mäktigheter på uppemot 20 meter. Den morän som i sin tur underlagrar leran är på flera håll förhållandevis mäktig.

Vid Barkarby Station och mot anläggningens och delsträckans sydvästligaste ände minskar återigen jorddjupen. De ytligaste jordlagren utgörs här av glaciala leror och fastmarkspartier med sandig morän samt berg i dagen. Delsträckans nordligaste områden uppvisar på sina håll sättningsbenägen lera. Längre söderöver medför de särskilt stora lermäktigheterna också en generell sättningsbenägenhet.

4.2.3 Berg

Fältundersökningar för att klarlägga berggrundens sammansättning, sprickor och svaghetszoner samt berggrundens vattenförande förmåga har genomförts.

De huvudsakliga bergarterna inom utredningsområdet utgörs av granit, granodiorit och gnejs av sedimentärt ursprung. Ett flertal olika sprickgrupper förekommer.

I Akallaområdet består berggrunden huvudsakligen av granit och granitgnejs med inslag av pegmatit. Sprickomvandlingen är generellt svag.

Berggrunden inom Barkarbyfältet består huvudsakligen av stockholmsgranit, pegmatit och gnejs med enstaka förekomst av syenit.

Berggrunden vid Barkarby station består huvudsakligen av granit, pegmatit och gnejs av sedimentärt ursprung. Ett område med berg av nedsatt hållfasthet och med större förekomst av sprickor, vilket kan indikera hög vattengenomsläpplighet, har påträffats norr om Barkarby station.

4.2.4 Grundvatten

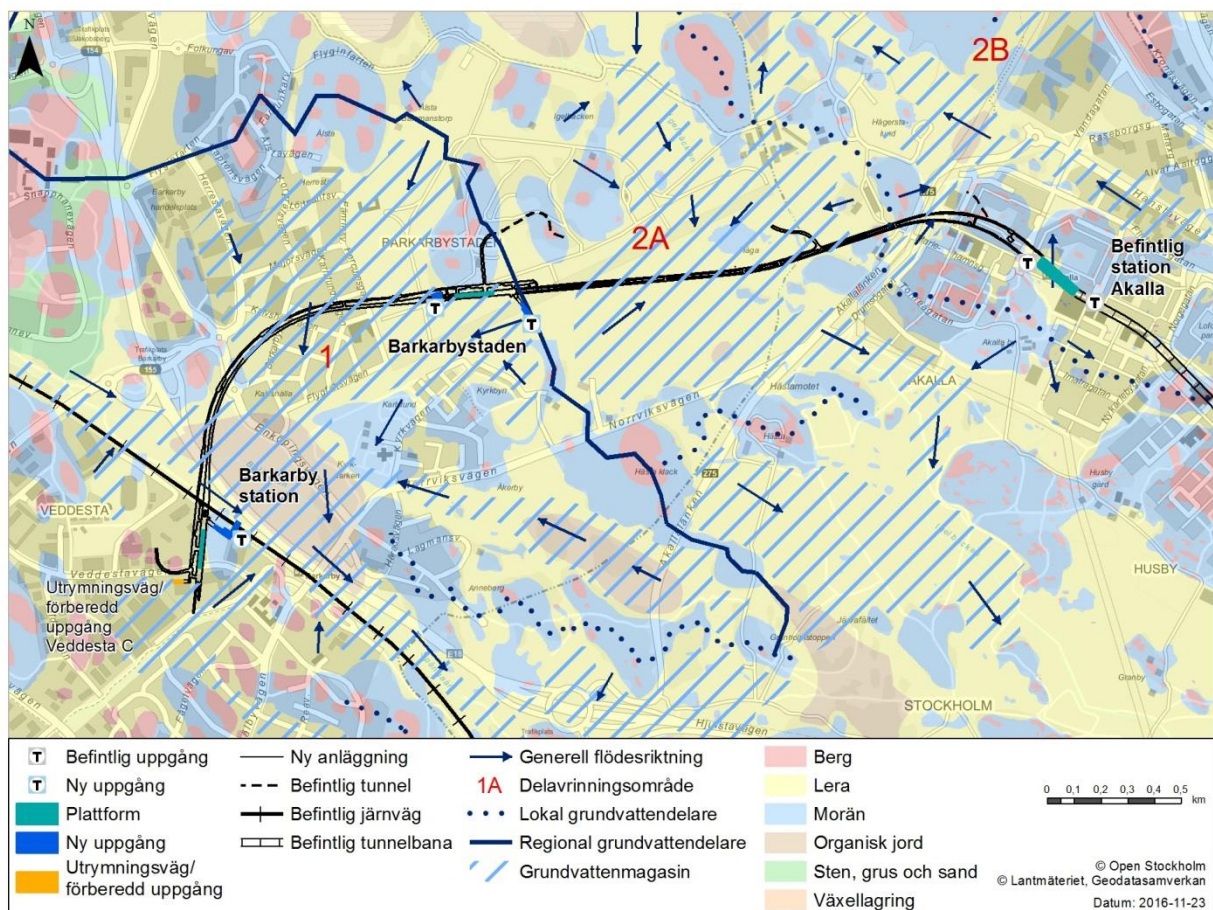
Fältundersökningar för att klarlägga hydrogeologiska parametrar såsom grundvattennivåer, jordlagrens vattenförande förmåga samt berggrundens vattenförande förmåga har genomförts.

Grundvatten förekommer såväl i de lösa jordlagren som i berggrunden. Grundvattensystem i jord finns främst i friktionslager under lerområdena. Dessa är överlag småskaliga med liten magasin kapacitet. Större sammanhängande magasin bedöms förekomma i områden med mäktigare jordlager, exempelvis vid Barkarby station. Inga grundvattenförekomster enligt vattenförvaltningsförordningen finns avgränsade inom utredningsområdet varför inga bedömningar av sådana görs. Inte heller något nyttjande för dricksvattenändamål förekommer.

Med stöd av utförda grundvattennivåmätningar samt tolkningar av geologisk data har en analys av grundvattensystemet i jord gjorts. Denna visar att en regional grundvattendelare, som är betingad av höga berggrundslagen, löper över Barkarbyfältet (se Figur 11). I likhet med ytvattenförhållandena är den diffus och utgör en bred zon. I området vid grundvattendelaren är jordlagren tunna och friktionslager förekommer inte under leran överallt. Något

sammanhängande grundvattenmagasin bedöms därför inte finnas i området vid grundvattendelaren. Sammanhängande grundvattenmagasin förekommer främst i områden med mäktigare jordlager såsom dalgångarna där Djupan, Igelbäcken och Bällstaån löper. Grundvattnet öster om grundvattendelaren avrinner via Igelbäckens dalgång mot sydost, och vidare mot Östersjön. Grundvattnet väster om vattendelare avrinner mot Bällstaåns dalgång och vidare längs denna mot sydost mot Mälaren. En indelning i grundvattenområden 1 och 2 baseras på denna huvudvattendelare. I dalgången med Åkerbykärret finns ett grundvattenmagasin som utgör en del av det stora grundvattenområdet 1. Grundvattenmagasinet i dalgången med Djupan och Djupanbäcken och Stordiket (2B), är skilt från grundvattenområde 2 genom en grundvattendelare.

Utströmningsområden för grundvatten, med höga grundvattennivåer, förekommer i områden nära Bällstaån och i våtmarksområdena i Djupandalgången samt söder om Håsta klack. Att utströmning av grundvatten sker till ytvatten illustrerar att det finns tydlig interaktion mellan grundvatten och ytvatten. Det omvända förhållandet med tillskott av grundvatten till Igelbäcken har konstaterats (4.2.1.2). Inströmning och nybildning av grundvatten sker främst i moränen, alltså inom höjdpartierna och i randzonerna runt dessa.

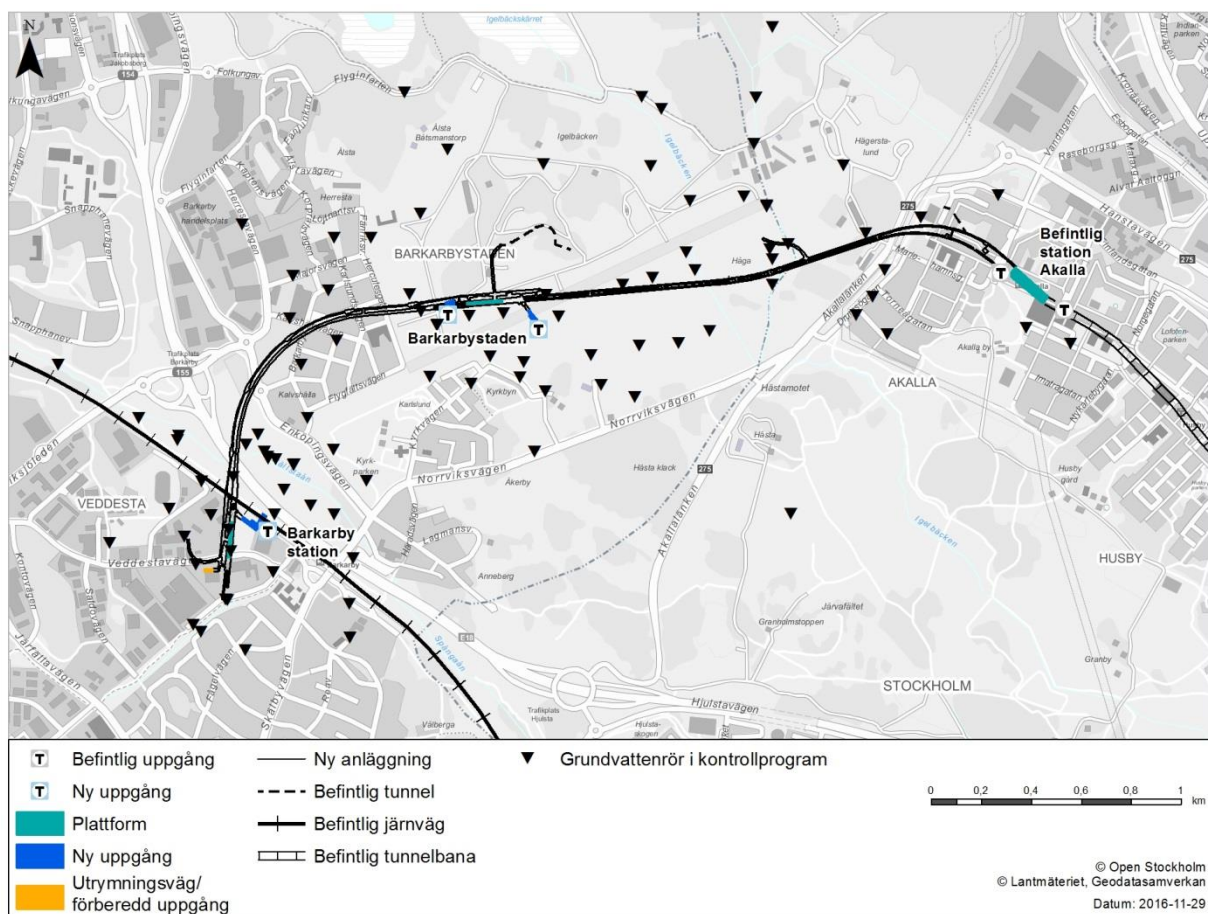


Figur 11. Hydrogeologisk karta med delavrinningsområden.

Variationen i grundvattennivå över tid har studerats med stöd av utförda mätningar. I vissa områden förekommer relativt stora variationer, på upp till 2 - 3 meter med de lägsta nivåerna uppmätta under 2016, som enligt SGU varit ett år med låga nivåer i stora delar av landet. Nivåvariationen är dock liten i utströmningsområdena.

Grundvatten i berg är knutet till de vattenförande svaghetszonerna. Dessa kan vara mer eller mindre vattenförande. Vissa svaghetszoner är testade med vattenförlustmätningar och provpumpningar.

Baserat på resultaten från utförda fältundersökningar (mätningar i kärnborrhål, hammarborrhål, provpumpningar, slug test) samt erfarenheter från närområdet har värden på jordlagrens och berggrundens vattenförande förmåga valts. Dessa redovisas i detalj i PM hydrogeologi, Bilaga C och dess bilagor. Generellt kan sägas att utförda provpumpningar visar att friktionsmaterialet under leran är relativt genomsläppligt och att den östra delen av Barkarbyfältet uppvisar lägre genomsläpplighet än den västra.



Figur 12. Karta med grundvattenrör.

Under november 2014 till januari 2015 har tre stycken provpumpningar i jordbrunnar längs tunnelsträckningen utförts. Resultaten redovisas i sin helhet i bilaga C6 och Förundersökningsrapport hydrogeologi.

Två provpumpningar i jord har utförts i samband med tidigare undersökningar för Trafikplats Akalla/Förbifart Stockholm. Resultaten redovisas i bilaga C6.

En provpumpning i berg har utförts med mätningar i såväl jord som berg. Fokus för denna provpumpning var att klarlägga eventuell kontakt med grundvattenmagasinen i jord vid Hansta Natura 2000-område samt i Igelbäckens dalgång.

Barkarby station ligger inom grundvattenområde 1. Nära Bällstaån ligger grundvattnet ytligt, och det förekommer våtmarker. Grundvattenströmningen sker generellt åt sydost i de ganska mäktiga friktionslagren öster om läget för Barkarby station.

Våtmarken Åkerbykärret är en igenväxt, tidigare sjö. Kärret dräneras mot den större våtmarken nära Barkarby station och vidare till Bällstaån. Tunneln ligger på stort avstånd och berör inte Åkerbykärret.

Aktuella nivåmätningar inom grundvattenområde 1 pekar på enstaka variationer på uppemot 2,5 meter både i söder och norr, nära sträckningen och den planerade stationen Barkarby. Nivåfluktuationer på uppemot två meter förekommer sydost om de mäktiga jordlagren öster om Barkarby station.

Vattenbalanser har ställts upp för de två huvudsakliga avrinningsområdena för grundvatten (delområde 1 och 2), se Figur 11. Beräknad total avrinning för de två avrinningsområdena redovisas i Tabell 2.

Den totala avrinningen för de olika avrinningsområdena varierar under året men också från år till år vilket påverkar inläckaget till tunneln. Beräkningarna är utförda för ett genomsnittligt år. Tunneln för tunnelbana Akalla-Barkarby kommer att dränera grundvatten både från delavrinningsområde 1 och 2.

Tabell 2. Avrinning från delavrinningsområde 1 och 2.

	Area (m ²)	Total avrinning (mm/år)	Total avrinning (m ³ /år)
Delavrinningsområde 1	4 662 367	200	932 473
Delavrinningsområde 2	7 535 939	200	1 507 188
		Totalt:	2 439 661

Grundvattensituationen i området är påverkad av ett flertal undermarksanläggningar och ledningar. Den befintliga tunnelbanan som går fram till Akalla byggdes under 1970-talet. Den ligger relativt högt och har inte påverkat grundvattenförhållandena i någon större utsträckning.

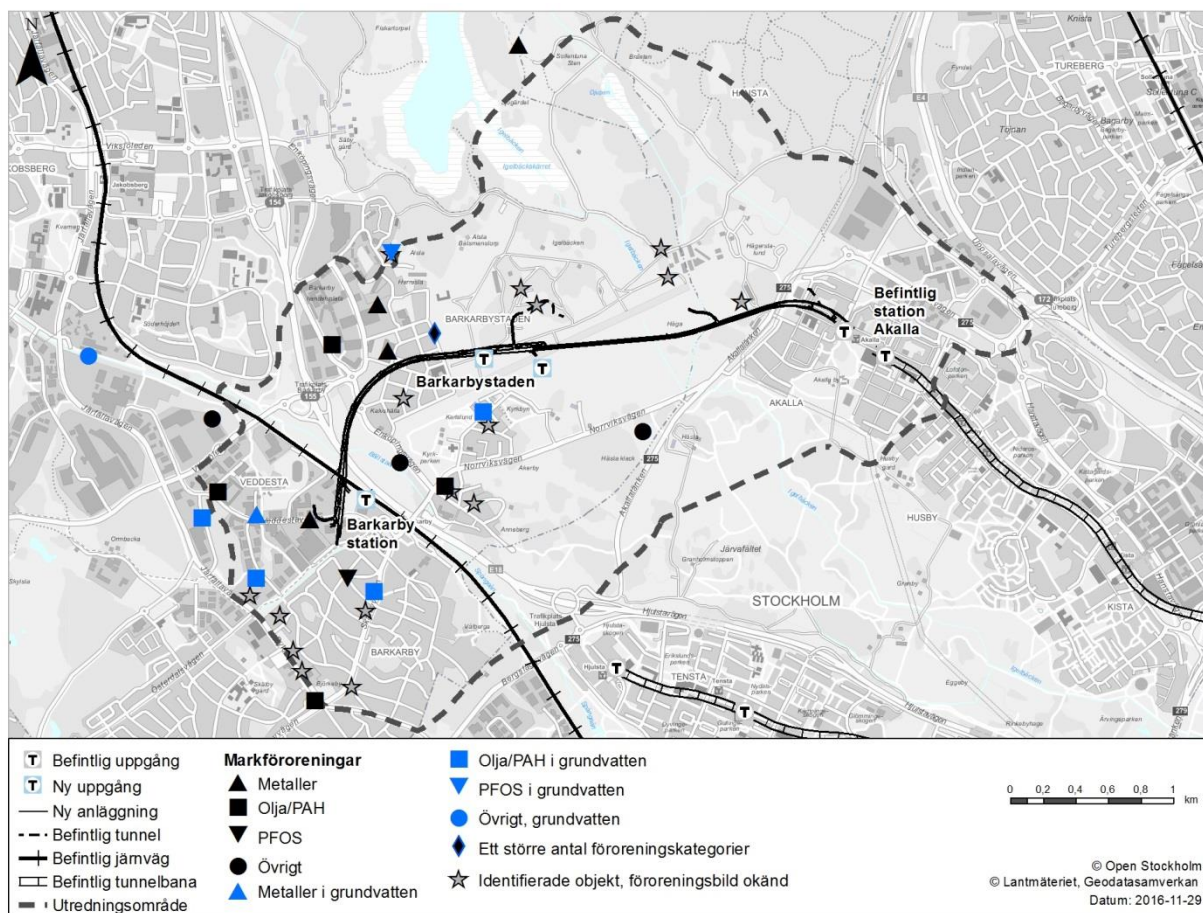
4.2.5 Föroreningar i mark och grundvatten

En övergripande inventering av potentiellt förorenade områden har gjorts baserat på länsstyrelsens MIFO-databas. Genomgång har även gjorts av resultat från tidigare miljöundersökningar från enskilda objekt eller fastigheter där föroreningen bedömts ha potential att påverka vattenkvaliteten i grundvattnet. Dessutom har provtagning av jordlager och grundvatten utförts med avseende på föroreningar, framför allt i samband med provpumpningar och där schaktning i jord är planerad.

Det har pågått verksamheter inom området som kan ha påverkat mark och grundvatten. Inventering av kända objekt har genomförts och redovisas i Figur 13.

Tunnelbanans planerade sträckning berör markområden som delvis är av stark urban karaktär men även områden som utgörs av åkermark. De urbana områdena kan delas in i tre delområden; industriområde vid Barkarby/Veddesta, flygfält och militär verksamhet vid Barkarbyfältet samt bostadsområde/idrottsplats vid Akalla. Den dominerande jordlagerföljden är fyllnadsmaterial på lera ovan friktionsjord. På den nedlagda flygplatsen och åkermarken finns inom vissa områden ingen fyllnadsjord.

En översiktlig inventering och markundersökning har genomförts inom områden med såväl känd miljöbelastning som områden som inte misstänkts vara förorenade, men som kommer att tas i anspråk av projektet. Inom projektet inkluderas i den ianspråktaga marken de områden där schaktarbeten kommer att behöva utföras samt de områden som kommer att nyttjas som etableringsytor och tillfartsvägar.



Figur 13. Kända objekt inom utredningsområdet med föroreningar som identifierats ur databaser i tidigt skede.

4.2.5.1 Jord

Föroreningshalten i jorden inom området är generellt låg och de flesta provpunkter klassas som rena. De högsta halterna påträffades i området vid fotbollsplanen vid Stenhagsskolan i Akalla med främst PAH: er och aromater i marken. Här påvisades även alifater, aromater och PAH i grundvattnet. I området runt den nedlagda flygplatsen har främst föroreningar i form av alifater, aromater och PAH påträffats. I en överstiger halterna av PAH med hög molekylvikt även Avfall Sveriges riktvärde för farligt avfall.

Inom delsträcka 1 har förhöjda halter av PAH och aromater påträffats i tre provtagningspunkter. I en punkt överskrider halten PAH-H i det ytliga jordlagret Avfall Sveriges rekommenderade haltgränser för farligt avfall.

För delsträcka 2 gäller att i marken kring Fortifikationsverkets fastighet påträffades halter av organiska ämnen över Naturvårdsverkets riktvärde för känslig markanvändning. I en punkt på den nedlagda flygplatsen överskreds även Naturvårdsverkets riktvärde för mindre känslig markanvändning med avseende på PAH och aromater.

För delsträcka 3 gäller att marken inom Barkarby/Veddesta har alifater C16-C35 och kobolt påträffats i halter över Naturvårdsverkets riktvärde för känslig markanvändning, KM, i ett flertal punkter. PAH har påträffats över KM i fyra punkter.

4.2.5.2 Grundvatten

Vid området för fotbollsplanen i Akalla påvisades oljeämnen och organiska ämnen i grundvattnet samt också låga halter av PFOS och PFOA.

I grundvattnet vid området för den nedlagda flygplatsen uppmättes både zink och nickel i måttliga halter. I fem av de sex provtagna grundvattenrören inom området för den nedlagda flygplatsen påträffades PFOA och i två påträffades PFOS. Halterna är dock lägre än det preliminära riktvärde som SGI beräknat för PFOS (0,045 µg/l) för grundvatten (SGI, 2015). I grundvattnet vid flygfältet indikerades även en påverkan av bekämpningsmedlet atrazin och metasubstanter till atrazin i ett av de provtagna rören samt bekämpningsmedlet oxamyl i två rör. Livsmedelsverkets anger i SLVFS 2001:30 för bekämpningsmedel i dricksvatten ett riktvärde på 0,1 µg/l för enskilda substanser och 0,5 µg/l för summan av substansernas halter. I det grundvattenprov där bekämpningsmedel atrazin och metasubstanter påträffades överskreds riktvärdet för summa substanser. I de grundvattenprov där oxamyl påträffades överskreds riktvärdet för enskilda substanser.

Inom området vid Barkarby/Veddesta förekommer nickel i grundvattnet. Inom detta område uppmättes även arsenik i provtagningspunkt i måttligt höga halter.

4.3 Bebyggelse och markanvändning

Bebyggelse och markanvändning

- Större områden med bebyggelse finns i öster (Akalla) och i väster (Barkarby). Radhusbebyggelse finns i Järfälla kyrkby. Runt Barkarby handelsplats pågår mycket byggarbete.
- Den nya tunnelbanan kommer att passera under E18, Mälarbanan samt framtida Förbifart Stockholm.

Utredningsområdet sträcker sig från Akalla i öster till Barkarby i väster. Det finns relativt lite befintlig bebyggelse längs sträckningen. Samlad bebyggelse förekommer i dagsläget endast vid Akalla och Barkarby station. Nedan följer en översiktlig beskrivning av bebyggelse och markanvändning från Akalla till Barkarby station. (Akalla, nedlagd flygplats, Järfälla Kyrkby, Barkarby handelsplats, Veddesta, Barkarby station).

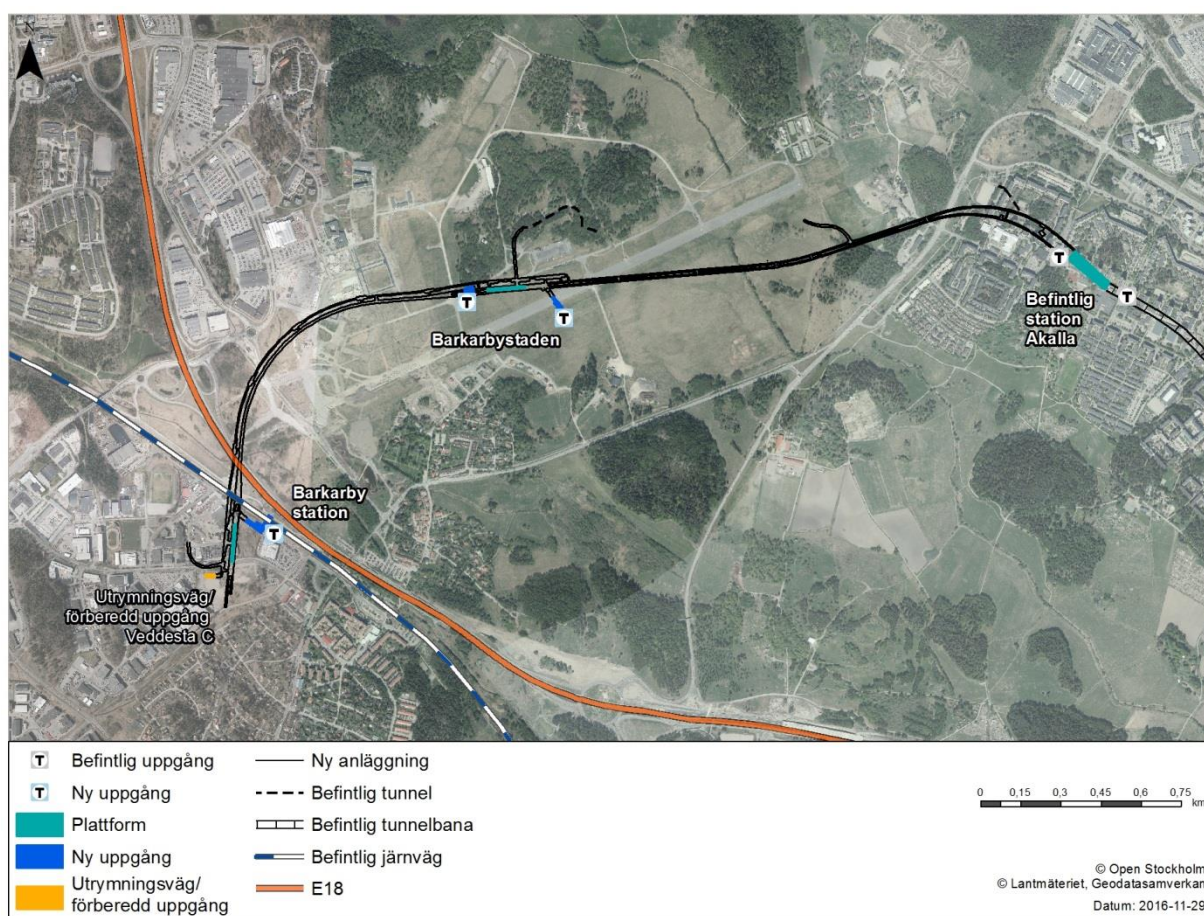
Vid Akalla station omges området av Akalla centrum som domineras av en tät bebyggelse med flera höga flerbostadshus som står i flera långa band. Stadsstrukturen i anslutning till tunnelbanan

utgörs av flerbostadshus i rad och en centrumanläggning. I Akalla centrum finns även en kyrka och ett flertal skolor.

Strax efter Akalla kommer tunnelbanan att passera under väg 275. Vägen är ett riksintresse för kommunikationer och utgör huvudväg för Stockholm västerort och förbindelselänk mellan E4 och E18. Väg 275 fortsätter inom utredningsområdet, söder om sträckningen.

Sträckningen passerar därefter under den nedlagda flygplatsen, där den planerade stationen Barkarbystaden är lokaliserad. I dagsläget utgörs flygplatsen av en landningsbana som tidigare har använts av militären. I anslutning till flygplatsen, bedriver Fortifikationsverket verksamhet i dagsläget. Verksamheten är dock under avveckling och fastigheten kommer att upplåtas till Järfälla kommun. På den nedlagda flygplatsen planerar Järfälla kommun en omfattande ny bebyggelse, som ingår i överenskommelsen tillsammans med utbyggnaden av tunnelbanan (Stockholmsförhandlingen). I dagsläget finns det en förskola i området runt Barkarbystaden samt skola och förskola som är under uppbyggnad.

Sträckningen passerar därefter under södra delen av Barkarby handelsplats och strax norr om Järfälla Kyrkby. Barkarby handelsplats utgörs idag av ett antal större byggnader med handel, kontor och bostäder som fortfarande är under omfattande utbyggnad. Medan Järfälla kyrkby består till stor del av radhusbebyggelse, villor och en kyrka.



Figur 14. Ortofoto över utredningsområdet med markering av E18 och Mälardalens tunnelbana. Inom området finns både samlad bebyggelse och oexploaterade områden.

Väster om Barkarby handelsplats, i den sydvästra delen av utredningsområdet, passerar sträckningen motorväg E18 och Mälarbanan (Figur 14). Både E18 och Mälarbanan är riksintressen för kommunikationer. Mälarbanan följer längs med Bällstaån och här finns även stråk av större ledningar.

Sydväst om Mälarbanan och E18 passerar sträckningen Veddesta i västra delen av utredningsområdet. Veddesta domineras i första hand av småindustrier och mindre verksamheter. Det finns också en idrottsplats i området.

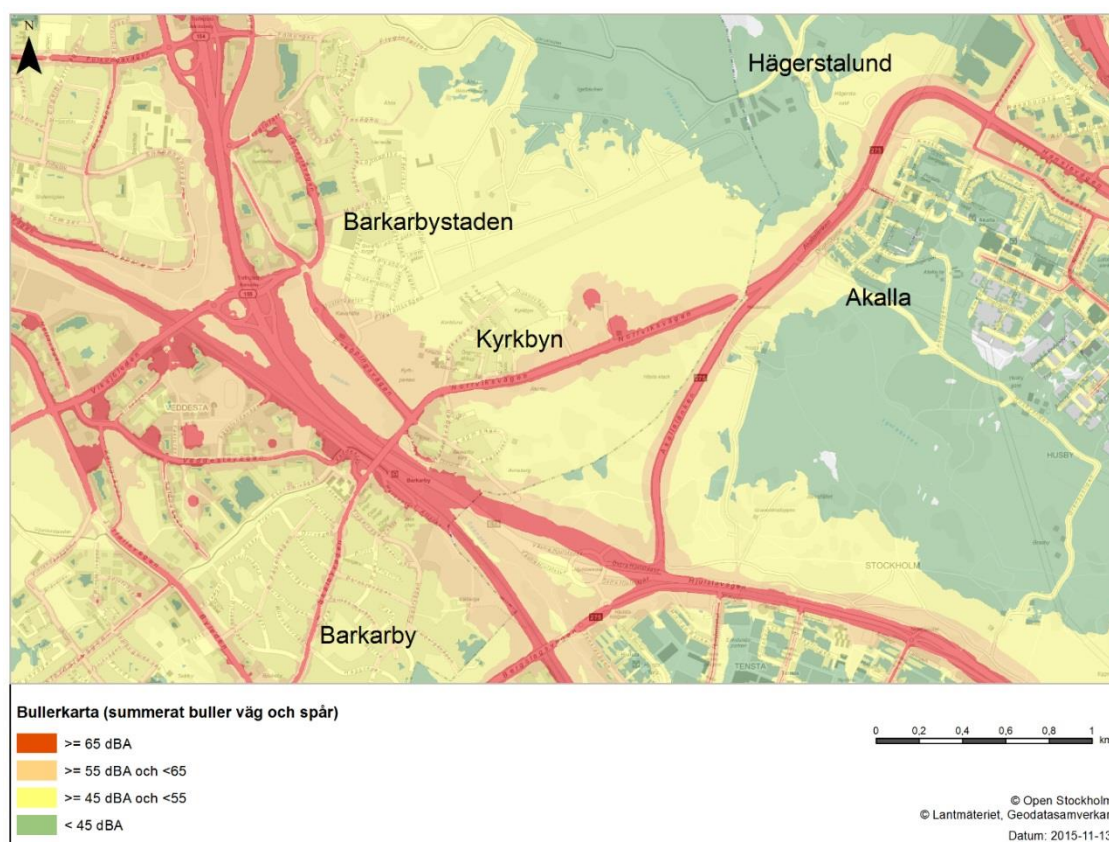
Vid slutstationen Barkarby station är bebyggelsetätheten relativt låg och det är en blandning av flerbostadshus och villor. I närheten av Barkarby station finns idag en förskola och en grundskola belägna.

Nyttjandet av grundvatten (i form av energibrunnar med mera) framgår av karta i Figur 34. Energibrunnarna förekommer främst i Barkarby – Veddesta samt i Järfälla kyrkby. En brunn som är angiven som vattentäkt har identifierats.

4.3.1 Omgivningsbuller

Tunnelbanan kommer att korsa Akallalänken i den norra delen och E18 i den södra. Norrviksvägen går i den södra delen av området. Dessa vägar påverkar bullermiljön i området.

En sammanställning av bullersituationen i Stockholm har gjorts av Bullernätverket i Stockholm. Figur 15 visar en kartsammanställning av bullerdata framtagna av olika aktörer i länet, främst kommuner, SL och Trafikverket.

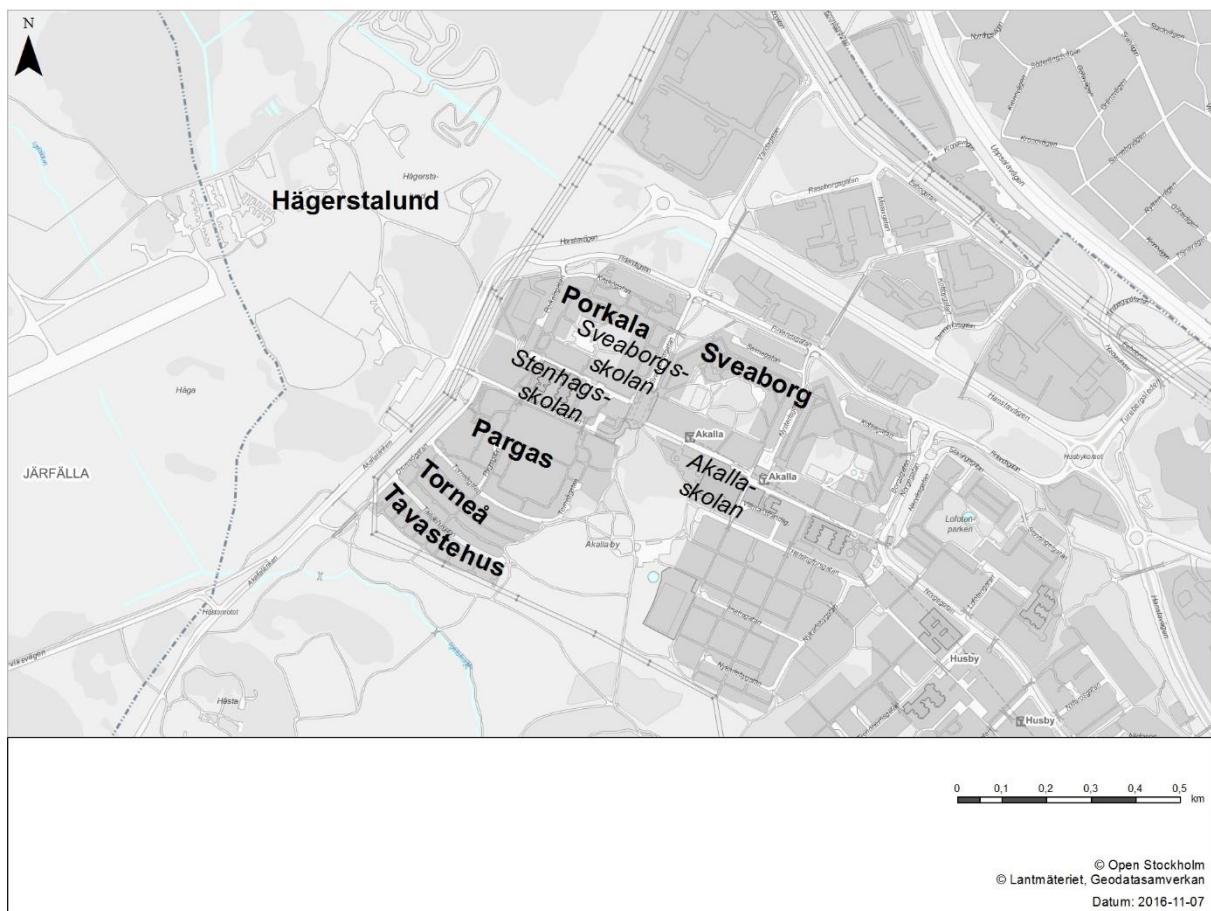


Figur 15. Sammanställning av bullersituationen i nuläget, sammansatt buller från väg- och spårtrafik, ekvivalent ljudnivå. Bildkälla: Bullernätverket i Stockholm.

Bullerkartan består av data från olika årtal och med olika kvalitet. Uppdatering av data kommer att ske när nya kartläggningar finns tillgängliga. Insamlingen av nuvarande material skedde år 2011. Kartan visar sammansatt buller från väg- och spårtrafik. Andra bullerkällor, exempelvis flygtrafik, ingår inte.

I den nordöstra änden av utredningsområdet ligger Akalla som är ett tättbebyggt område uppfört i mitten av 1970-talet. I den norra delen domineras bebyggelsen av flerfamiljshus med mellan sex och elva våningar, fastigheterna Porkala och Pargas (Figur 16). Längre söderut övergår bebyggelsen till flerfamiljshus i två till tre våningar för att längst i söder övergå i radhus och parhus. Mitt i området ligger Akalla grundskola, några förskolor samt Sveaborgsskolan, som är en grundsärskola för elever med funktionsnedsättningar. Området bedöms ha hög känslighet för bullerstörningar.

Området berörs på den norra och västra sidan av Hanstavägen/Akallalänken som ger ekvivalenta trafikbullernivåer över 55 dBA vid angränsande fasader. I övrigt berörs området endast av lokal trafik och trafikbullernivåerna inne i området som ligger under riktvärdet.



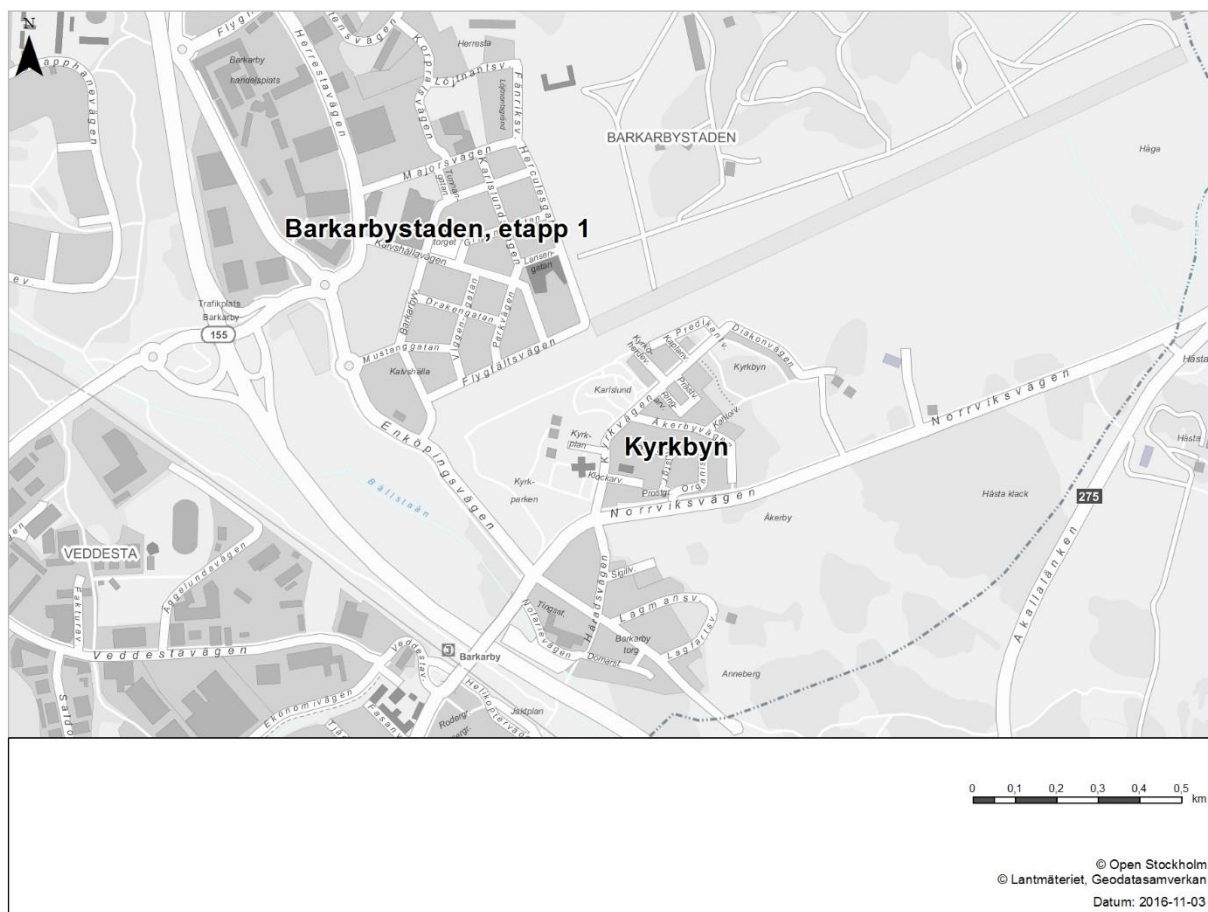
Figur 16. Akalla, orienteringsbild.

På den södra sidan om den planerade bansträckningen ligger Järfälla kyrkby och bostadsbebyggelse främst i form av enfamiljshus. Området bedöms ha måttlig känslighet. I detta område visar bullerkartan i

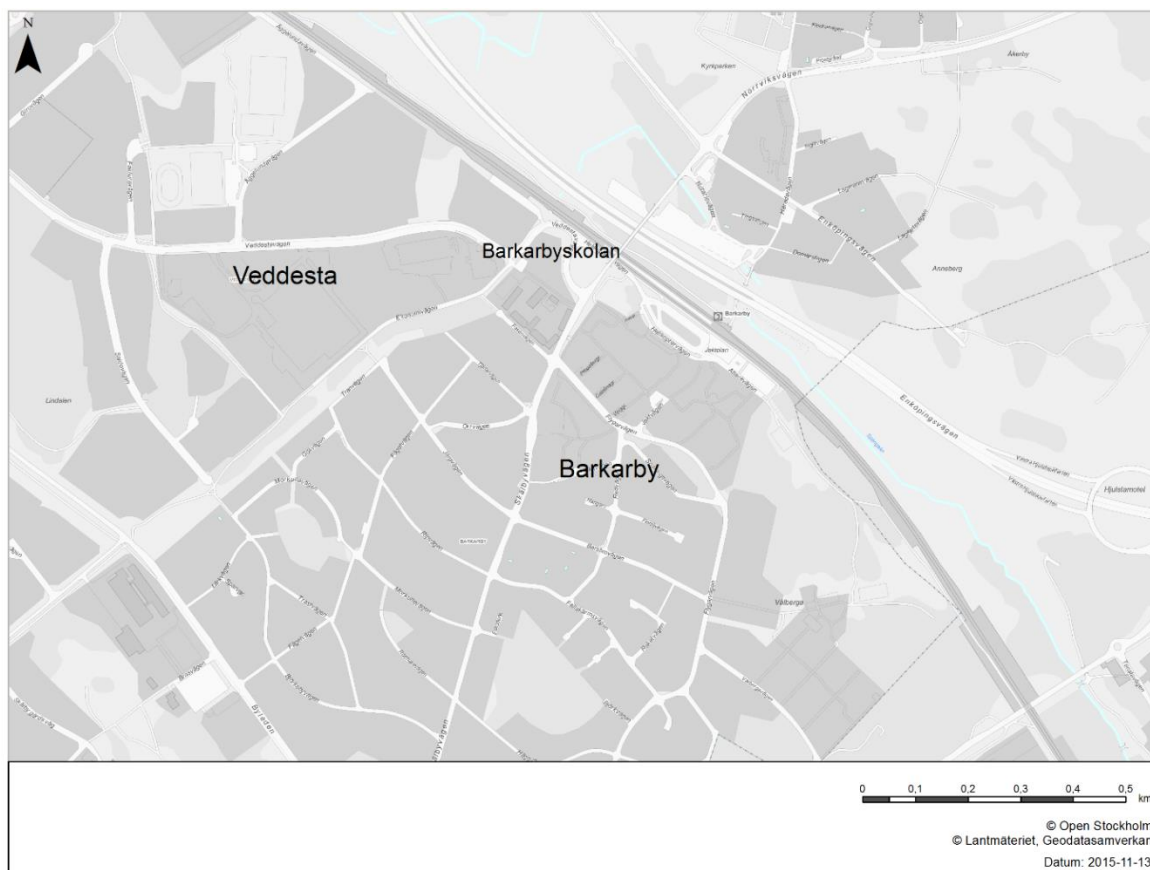
Figur 15 på ljudnivåer mellan 55 och 65 dBA ekvivalent ljudnivå, med två områden där ljudnivån överstiger 65 dBA. Vad som orsakar de två punkterna med förhöjd ljudnivå är inte klarlagt. Troligen rör det sig om någon form av industribuller.

Strax norr om detta område finns början av den planerade Barkarbystaden. Den första etappen, Barkarbystaden I, har redan påbörjats och vissa delar är färdigställda. Detta område berörs av trafikbuller från främst Enköpingsvägen och E18. Trafikbullernivån ligger mellan 55 och 65 dBA i oskyddade lägen, men bakom byggnader skyddas området från det direkta trafikbullret från dessa båda trafikleder, och påverkas främst av den lokala trafiken. Även om endast en liten del av den planerade utbyggnaden är genomförd så är de delar som redan är färdigställda högt exploaterade. Området bedöms därför redan idag ha en hög känslighet.

I den sydvästra änden av utredningsområdet ligger Barkarby som består av en högre exploaterad del med flerfamiljshus, skola och centrumanläggning mot Mälarbanan och bakom den en glesare bebyggelse med främst enfamiljshus. Nordväst om bostadsområdet ligger Veddesta industriområde. Stora delar av området har trafikbullernivåer under riktvärdet 55 dBA. Området bedöms ha hög känslighet.



Figur 17. Orienteringsbild, Kyrkbyn och Barkarbystaden etapp I.



Figur 18. Orienteringsbild Barkarby

4.4 Riksintressen

Den kommande sträckningen av E4 (Förbifart Stockholm), väg 275 mellan Akalla och Hjulsta (Akallalänken), E18 samt Mälarbanan är riksintressen för kommunikationer enligt 3 kap, 8 § miljöbalken. Hansta Natura 2000-område är riksintresse för naturvården enligt 4 kap, 8 § miljöbalken.

4.5 Naturmiljö och friluftsområden

Naturmiljö och friluftsområden

- Hela utredningsområdet ingår i Stockholmregionens gröna kilar, Järvakilen. Området är ett mellansvenskt sprickdalslandskap som omfattar flera skyddade naturreservat och andra höga naturvärden.
- Hansta Natura 2000-område ingår i Hansta naturreservat. Området bedöms ha det högsta naturvärdet, klass 1, med både högt biotop- och artvärde.
- Kulturreseptatet Igelbäcken har en god vattenkvalitet och bedöms ha höga naturvärden, klass 2, och är ett av de mest skyddsvärda vattendragen i Stockholmsområdet.
- Djupan och Djupanbäcken är en större våtmark med påtagliga naturvärden, klass 3. Området utgör viktiga miljöer för insekter, fåglar, fladdermöss och groddjur.
- Stordiket med dammar bedöms ha påtagliga naturvärden, klass 3. Stordiket utgör ett betydande spridningsstråk för groddjur och en av vattendammarna innehåller en population av större vattensalamander.
- Våtmarken söder om Hästa klack bedöms ha ett påtagligt naturvärde, klass 3, med goda förutsättningar för ett rikt växt- och djurliv.

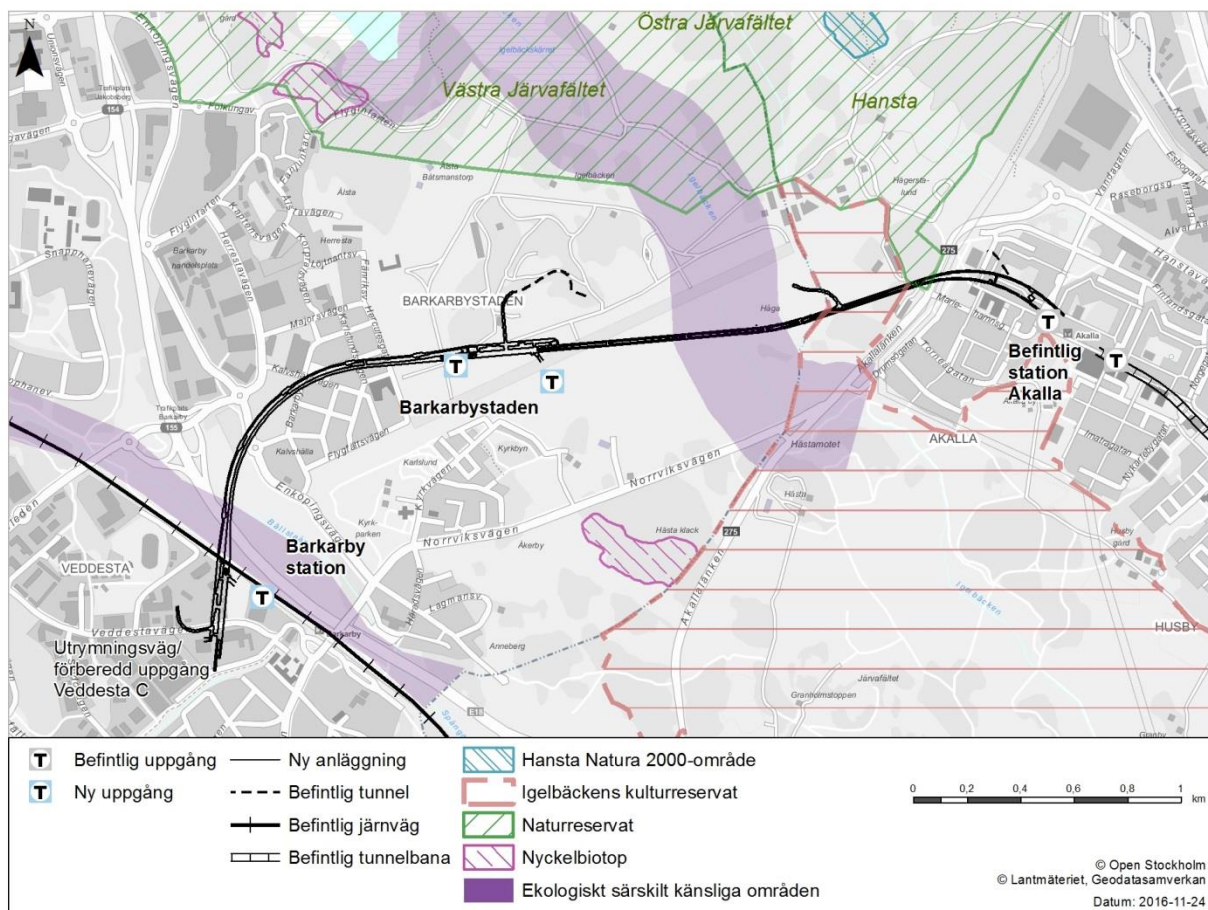
Södra Järvafältet utgörs av ett mosaikartat kulturlandskap med inslag av såväl stora öppna vyer som slutna skogsmiljöer. Centralt i området är Igelbäckens dalgång. Naturgeografiskt tillhör området det mellansvenska sprickdalslandskapet som ger upphov till det för Mälardalen karakteristiska landskapet med lerfyllda sprickdalar med mellanliggande skogsbevuxna moränhöjder. Hela området ingår i Järvakilen som är en av tio gröna kilar i Stockholmregionen.

I området mellan Säbysjön och Akallaleden finns ett flertal områden med naturvärden utpekade.

Områdets naturvärden är knutna till såväl ängs- och betesmarker, våtmarker och vattendrag som till olika skogsmiljöer. Det stora flertalet av naturvärdesobjekten bär spår av tidigare hävd och i många av områdets barrblandskogar kan man utläsa spår som tyder på att de tidigare har betats. De högsta naturvärdena är knutna till skogsmiljöer, dels gammal barrblandskog, dels gamla ädellövskogsmiljöer med ek.

Ett flertal naturvärden utgörs av våtmarker, dammar och vattendrag, miljöer som kan vara känsliga för ändringar av grundvattenhållanden.

Utredningsområdet inbegriper fyra skyddade områden enligt 7 kap Miljöbalken: Igelbäcken kulturreseptat i Stockholm stad, Hansta naturreservat i Stockholms stad, naturreservatet Östra Järvafältet Sollentuna kommun och naturreservatet Västra Järvafältet Järfälla kommun.



Figur 19. Värdefulla naturmiljöer.

4.5.1 Hansta Natura 2000-område

Hansta Natura 2000-område är beläget strax norr om Hägerstalund i Stockholms kommun och ingår i Hansta naturreservat. Det skyddsvärda habitatet är definierat som "Näringsrik ek eller ek-avenbokskog 9160" enligt EUs definition.

Miljöbalkens regler om Natura 2000-områden syftar till att garantera att områdena har en "bibehållen gynnsam bevarandestatus". Reglerna finns i Miljöbalkens 7 kapitel, 28a, 28b och 29 §§. Enligt 28a § krävs tillstånd för att bedriva verksamheter eller vidta åtgärder som på ett betydande sätt kan påverka miljön i området, med undantag för åtgärder för skötsel och förvaltning.

Naturvärdena inom Natura 2000-området är huvudsakligen kopplade till gamla ekar som till övervägande del står inträngda bland hasselbuketter. Hasselbestånden är till större delen grova och förhållandevis gamla. Död ved förekommer, både som ek- och hasselved. Flera av de gamla ekarna är döda eller döende.

Området bedöms hysa högsta naturvärde, klass 1, då förekomsten av gammal ek och hassel, samt förekomst av död ved gör att det i området förekommer flera rödlistade arter. Området bedöms såväl ha ett högt biotopvärde som ett högt artvärde.

Inom Natura 2000-området finns både områden med infiltration av regnvatten (inströmningsområden) och områden där grundvatten strömmar upp till markytan och vidare bort i diken

etcetera. (utströmningsområden). Utifrån topografin bedöms grundvattennivån variera från att vara belägen i nivå med markytan till att vara belägen ett par meter (två till fyra meter) under markytan. Styrande för grundvattennivån inom Natura 2000-området är alltså: topografin, förekomst av synliga eller marknära bergtrösklar samt moränjordens måttliga vattengenomsläppliga förmåga.

4.5.2 Igelbäcken

Igelbäckens vattenkvalitet bedöms vara god och vattnet är förhållandevis rent. Vattendraget och dess strandmiljöer bedöms kunna hysa höga naturvärden, klass 2, med förekomst av höga biotopvärden. Igelbäcken är ett av de mest skyddsvärda vattendragen i Stockholmsområdet. I bäcken finns den ovanliga fisken grönling. Den har dock inte påträffats så högt i systemet som norr om Akallälänken.

4.5.3 Djupan och Djupanbäcken

Djupan är en större våtmark som är belägen strax öster om Säbysjöns sydöstra del. En mindre del i våtmarkens norra del är öppen med en liten sjö. Större delen av våtmarken är dock bevuxen med yngre lövskog. Död ved av klenare dimensioner förekommer i lövskogen. Den öppna delen av våtmarken är reproduktionslokal för groddjur och intilliggande skogsklädda våtmarker utgör lämpliga landmiljöer för groddjur. Våtmarkens brynmiljöer i den västra delen bedöms kunna utgöra viktiga miljöer för bland annat insekter, fåglar och fladdermöss.

I Djupanbäckens närhet finns mindre dammar/vattensamlingar där bland annat större vattensalamander har observerats. Djupanbäcken bedöms ha betydelse som spridningsstråk för groddjur på Järvafältet.

Djupan och Djupanbäcken bedöms kunna hysa påtagliga naturvärden, klass 3. Goda förutsättningar för groddjur bedöms finnas i området som dessutom tycks ha betydelse som både reproduktionslokal och spridningsstråk för groddjur på Järvafältet, bland annat större vattensalamander.

4.5.4 Stordiket och dammar utmed Stordiket

Diket är rakt och saknar helt en naturlig, slingrande sträckning. Bitvis förekommer skuggande vegetation utmed vattendraget, men större delen går genom öppen mark. Stordiket korsar motocrossbanan där det finns en damm med en population av vattensalamander. Både större och mindre vattensalamander har påträffats i närliggande vattensamlingar samt i Stordiket. Stordiket bedöms ha betydelse som spridningsstråk för groddjur på Järvafältet.

Stordiket bedöms kunna ha påtagliga naturvärden, klass 3, då vattendraget dels utgör en vattenmiljö för större vattensalamander, dels har betydelse som spridningsstråk för groddjur på Järvafältet.

4.5.5 Våtmark söder om Hästa klack

Våtmarken ligger söder om Hästa klack och är till stor del omgärdad av jordbruksmark. Området är omväxlande öppet till mer slutet. Stora delar domineras av videbuskage men medelålders lövskog förekommer också, även inslag av äldre träd förekommer. Död ved förekommer vilket gynnar bland annat vedlevande svampar och vissa vedlevande insekter. Genom områdets storlek, varierande öppenhet och flikighet bedöms det finnas goda förutsättningar för att hysa ett rikt växt- och djurliv.

Våtmarken bedöms ha påtagligt naturvärde, klass 3, då det rör sig om ett större område med förekomst av svämytor, död ved och varierad slutenhet. Området bedöms ha ett påtagligt biotopvärde och ett visst artvärde.

4.5.6 Skyddade arter

Inom undersökningsområdet finns ett flertal arter som är skyddade i artskyddsförordningen. Framför allt rör det sig om groddjur, kärlväxter och fåglar. Bland groddjuren kan särskilt större vattensalamander nämnas. Arten finns både inom undersökningsområdet och i lämpliga miljöer i dess närhet. Bland annat finns det fynd från en av dammarna på motocrossbanan vid Hägerstalund. Blåsippa är en vanligt förekommande art i området, även backsippa kan ha någon förekomst inom undersökningsområdet eller dess direkta närhet. Backsippa växer på torra, väl-dränerade gräsmarker. På Järvafältet finns även två rödlistade fåglar ängsbiplärka och sånglärka.

4.6 Kulturmiljö

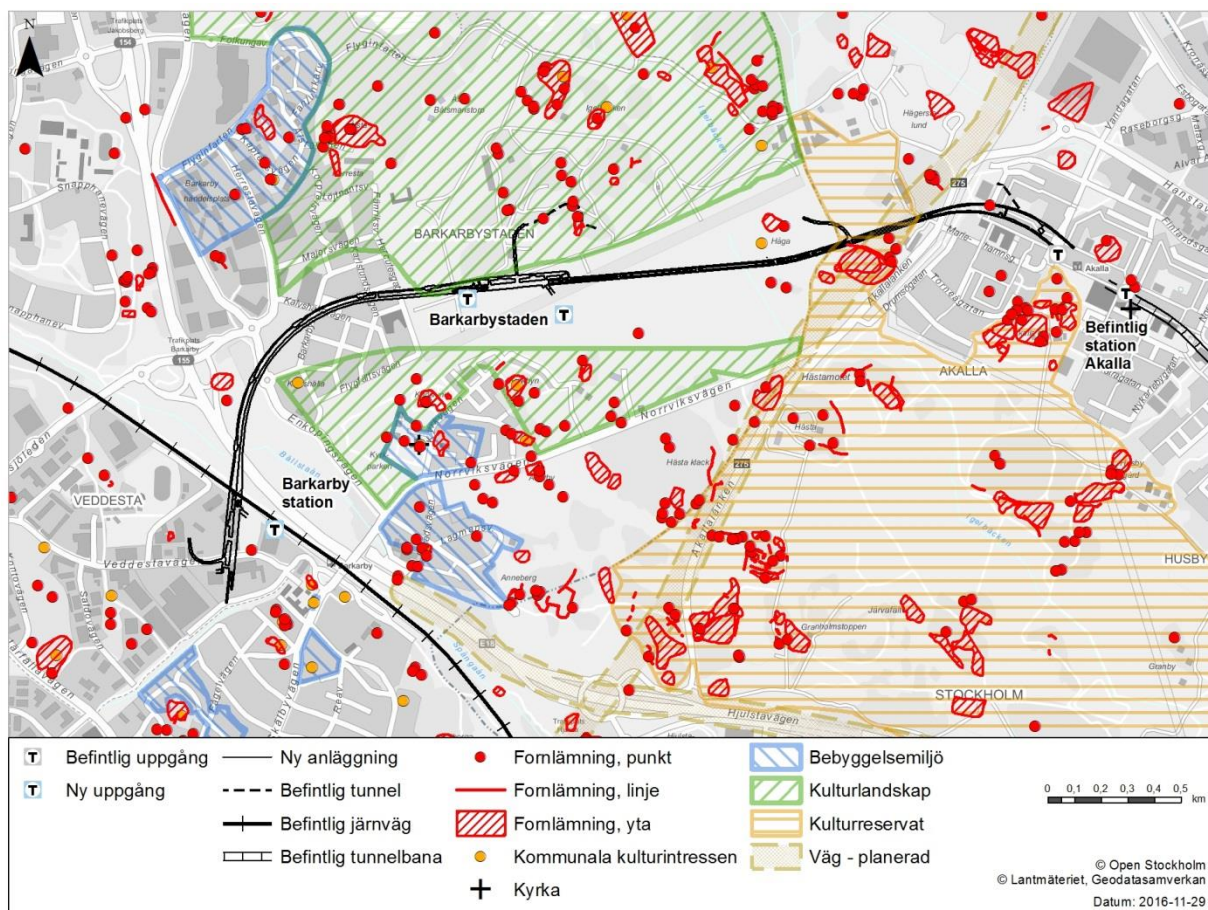
Kulturmiljö

- Fornlämningsmiljön på Järvafältet karakteriseras av lämningar som visar på en tätt befolkad bygd från järnåldern och framåt. Nära koppling mellan bytomter och gravfält visar på lång kontinuitet, ofta ett stycke in på 1900-talet.

Dalgångens öppenhet representerar ett jordbruk med kontinuitet från bronsålder till 1900-tal.

Järvafältets historiskt kända gårdar/byar har lång kontinuitet och stor arkeologisk potential. Gårdarna kan spåras tillbaka till förhistoriska enheter från yngre eller äldre järnålder. Många förhistoriska boplatser och tillhörande gravfält har undersökts, liksom bytomter som hyst bebyggelsen från 1000-talet och fram till 1600-tal. Den goda kunskapsgrunden möjliggör närmast unika möjligheter att i ett större landskapsperspektiv studera exempelvis sociala och ekonomiska förändringar under en lång tidsperiod. Det fåtal bytomter som finns kvar bör, liksom deras tillhörande boplatser och gravfält, så långt som möjligt bevaras för att möjliggöra mer avancerad forskning i framtiden. Sammantaget gör det att fornlämningsmiljön har högt vetenskapligt och samhällshistoriskt värde. Boplatser, gravfält och bytomter bedöms utgöra de mest värdefulla fornlämningarna på Järvafältet som helhet, men också de mest känsliga.

Tunnelbanan passerar under Håga gamla bytomt (Järfälla 358:1) med tillhörande gravfält (Järfälla 130:1). På platsen har bebyggelse funnits från 1538, men förekomsten av gravar indikerar att bosättningen går tillbaka till yngre järnålder. Gravfältet omfattar tio gravar. Troligen finns även husgrunder på gravfältet. Fornlämningar och andra kulturmiljövärden visas i Figur 20.



Figur 20. Fornlämningar inom utredningsområdet med omnejd.

4.7 Andra objekt som påverkar grundvattenförhållandena

Andra objekt som påverkar vattenförhållandena

- Det finns flera bergtunnlar inom utredningsområdet, som påverkar grundvattenförhållandena genom att grundvatten läcker in i tunnarna.
- Befintliga markförlagda ledningar kan också påverka grundvattnet, ifall de inte är täta. Grundvatten kan läcka in i sådana ledningar, men vatten kan också infiltrera i marken från ledningarna.

Grundvattenförhållandena i området påverkas av flera undermarksanläggningar i berg och ledningar.

Den befintliga tunnelbanan till Akalla ligger under mark och byggdes på 1970-talet. Det förekommer flera ledningstunnlar och andra berg anläggningar inom utredningsområdet. Dessa är hemliga och får inte redovisas på kartor eller i skrift. Det finns en större avloppsledning samt ett ledningsstråk för el/tele på ömse sidor längs Ballstaån. Ytterligare stora ledningar förekommer inom området.

5 Beskrivning av utbyggnaden av tunnelbanan

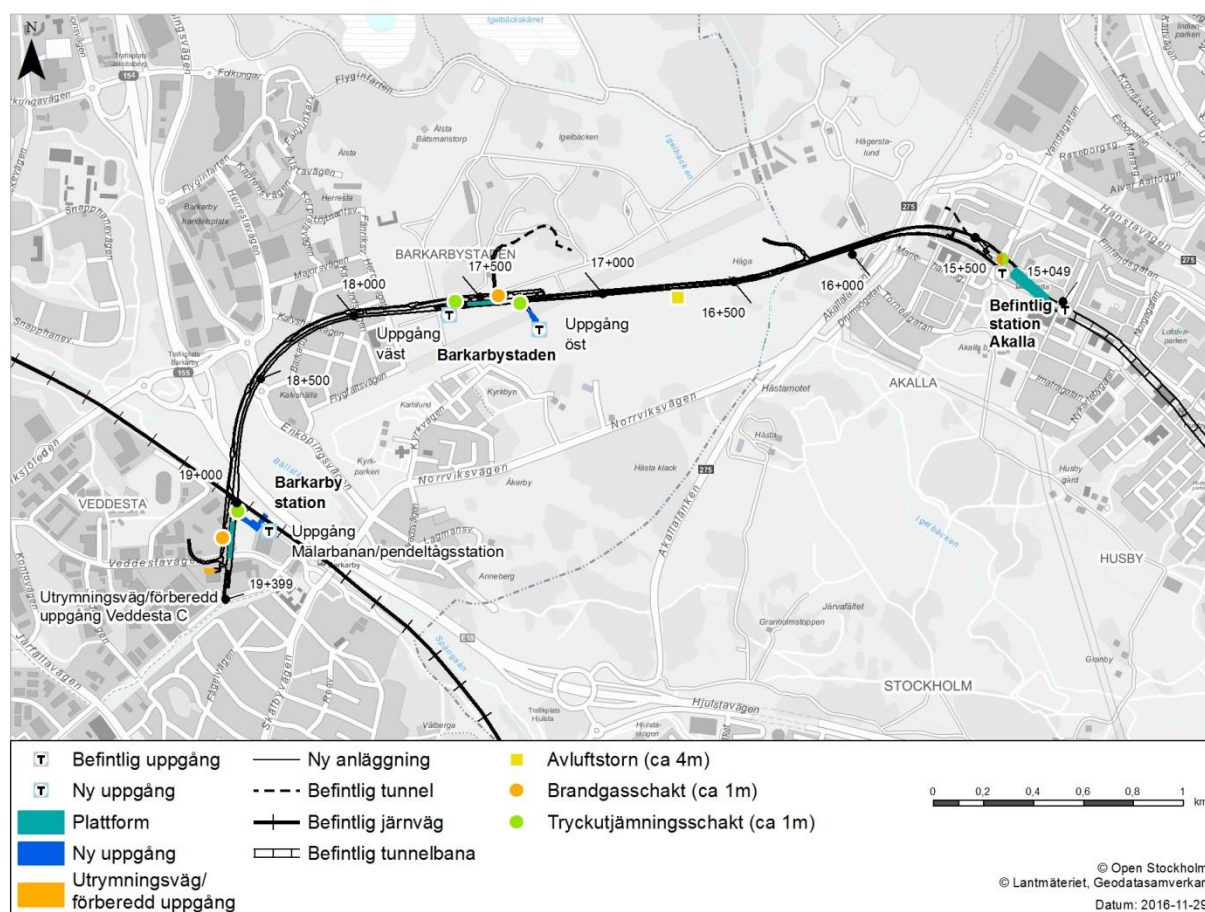
I detta avsnitt redovisas en sammanfattning av anläggningsbeskrivningen. En fullständig redovisning finns i den tekniska beskrivningen, Bilaga A till ansökan.

5.1 Anläggningen

5.1.1 Spårtunnlar, servicetunnel, stationer

Spårens längd är cirka 2,1 kilometer mellan Akalla och Barkarbystaden samt cirka 1,9 kilometer mellan Barkarbystaden och Barkarby station. Söder om plattformen på Barkarby station fortsätter spåren cirka 120 respektive 170 meter.

En översiktskarta över tunnelbanan från Akalla till Barkarby station redovisas i Figur 21.



Figur 21. Översiktskarta med tunnelbanesträckning och stationer med uppgångar.

Anslutning görs till befintliga enkelspårstunnlar vid Akalla station och tunnelbanan fortsätter sedan i två enkelspårstunnlar fram till strax efter station Barkarbystaden, där de två enkelspårarna övergår i en dubbelspårstunnel. Med undantag för ett kort stycke alldeles norr om Barkarby station samt de avslutande enkelspårstunnlarna söder om densamma, löper sedan resterande delar av tunnelbanan i dubbelspårstunnel.

Från och med de östra delarna av Barkarbystadens station och till och med Barkarby station anläggs också en servicetunnel parallellt med spårstunneln/-larna.

För att möjliggöra utrymning kommer enkelspårstunnlarna respektive servicetunneln och dubbelspårstunneln att bindas samman med tvärtunnlar minst var trehundra meter. I vissa av dessa tvärtunnlar kommer även teknikutrymmen för el, kraftförsörjning, signal, tele samt fläktrum för brandgaser och allmän ventilation att förläggas. Tvärtunnlarna kommer att vara olika stora beroende på användning. Teknikutrymmen som anläggs i tvärtunnlar kan nås för underhåll via servicetunneln och spårstunnlarna.

På några platser i tunnelsystemet kommer separata tunnlar/bergrum byggas för installationer, där vissa av dem har anslutning till markytan med vertikala schakt.

De båda stationerna vid Barkarbystaden och Barkarby station förläggs i berg cirka 20-40 meter under markytan. Plattformrummen består av två spår och en centralt placerad plattform. Plattformen är 12 meter bred och 145 meter lång.

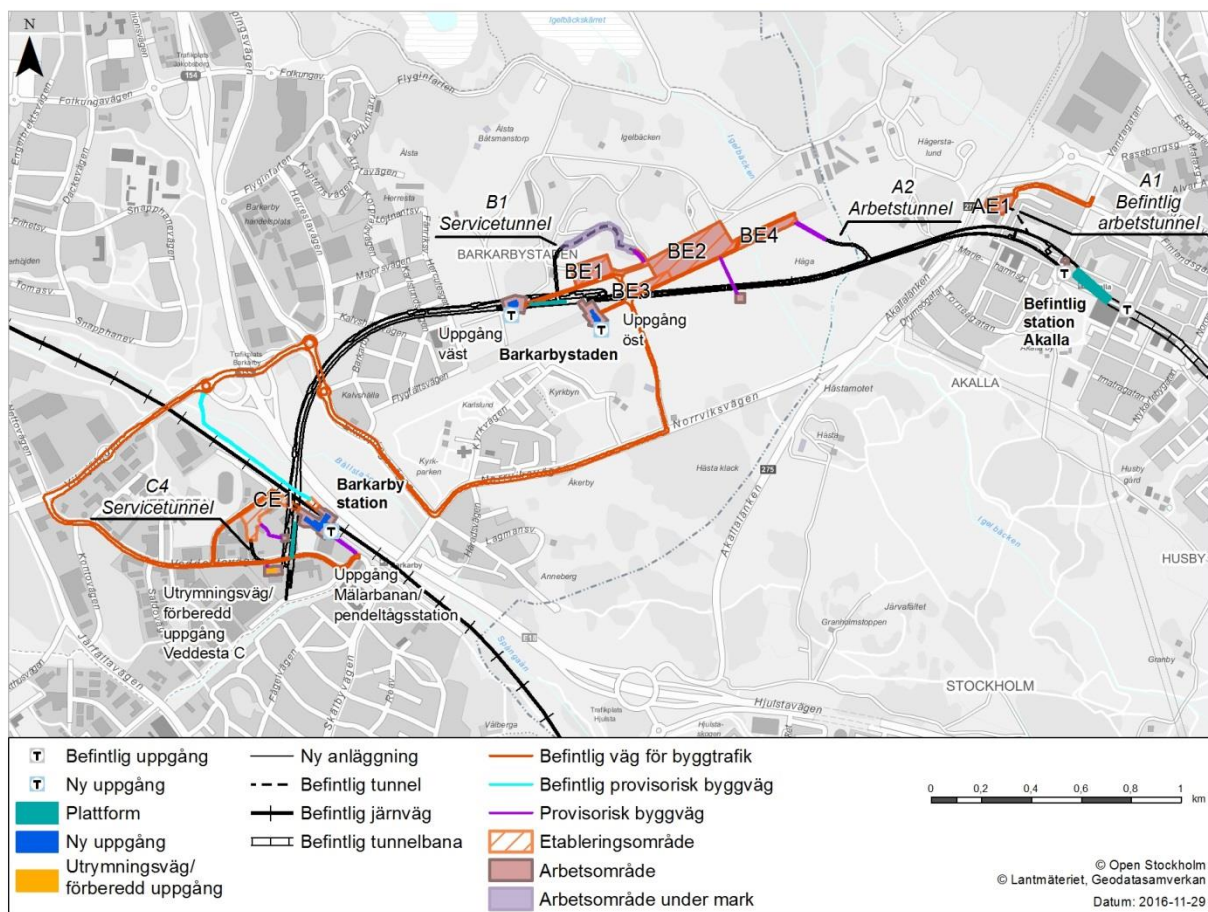
Barkarbystadens station kommer att utformas med uppgångar anslutna till biljetthallar i plattformens båda ändar.

Barkarby station är placerad strax söder om Mälarbanan och E18. Här anläggs en uppgång som ansluter till stationen för Mälarbanan. Den södra uppgången utformas som en utrymningsväg med förberedelser som möjliggör för en framtida uppgång (Veddesta C).

5.1.2 Arbetstunnlar

Fyra stycken arbets- och servicetunnlar kommer att användas i tunnelbaneprojektet. Tunnlarna benämns A1, A2, B1 och C4 (Figur 22).

Vid Akalla finns det en befintlig tunnel (A1) som finns kvar sedan den befintliga tunnelbanan byggdes, tunneln används idag endast för ventilation. A1 kommer att schaktas fram och rustas för att användas under bygg- och drifttiden för tunnelbanan. Under byggtiden kommer A1 att användas för begränsade mängder berguttag då huvuddelen av berguttaget kommer att ske via de andra arbetstunnlarna. För att den befintliga tunneln A1 ska kunna användas behöver bergförstärkande åtgärder vidtas. Lokalt behöver även tunneln strossas (utvidgas). Dessutom ska en ny anslutning till markytan anläggas, jordlagren ska schaktas bort och tillfälliga och permanenta konstruktioner anläggs.



Figur 22. Redovisning av lägen för etableringsytor, arbets- och servicetunnlar och arbets- och tillfartsvägar.

Mellan Akalla och Barkarbystaden anläggs en arbetstunnel A2 som troligtvis endast kommer att nyttjas för trafik under byggtiden. Efter byggtiden kan mynningen komma att gjutas igen, spanten kapas eller demonteras och anslutningen till tunneln fylls över med jordmassor.

I anslutning till station Barkarbystaden anläggs servicetunneln B1. B1 kommer att användas under byggtiden samt under drifttiden för tilluft och som permanent tillfartstunnel för service, underhåll och vid en eventuell räddningsinsats. Inga stödkonstruktioner är nödvändiga vid anläggandet.

Servicetunneln C4 utgår från nuvarande industritomt vid Äggelundavägen i Veddesta och ansluter till tunnelbaneanläggningen vid Barkarby station. C4 kommer att användas under byggtiden samt under drifttiden för tilluft och som permanent tillfartstunnel för service, underhåll och vid en eventuell räddningsinsats. Tunnelns första cirka 30 meter kommer att anläggas som en betongtunnel innan erforderlig bergtäckning erhålls. Under byggtiden behöver en temporär stödkonstruktion byggas.

5.1.3 Schakt till markytan

Schakt till markytan kommer att utföras vid ett antal platser för avluft (frånluft), brandgas och tryckutjämning.

Strax norr om Akalla station utvidgas ett befintligt tryckutjämningschakt till att kombineras med ett brandgasschakt.

Cirka 600 meter innan station Barkarbystaden (längdmätning cirka 16+730) kommer ett avluftstorn att anläggas som blir cirka 4 meter högt ovan jord.

Kring stationen kommer tre schakt att anläggas. Två av schakten är tryckutjämningschakt som kommer att anslutas till varsin spår tunnel vid infarten till stationen (längdmätning cirka 17+350 respektive cirka 17+620). I anslutning till den servicetunnel som börjar vid station Barkarbystaden kommer ett brandgasschakt att anläggas (längdmätning cirka 17+450). Alla tre schakten blir cirka en meter höga ovan jord.

Kring Barkarby station kommer två schakt att anläggas: ett brandgasschakt i anslutning till servicetunneln (längdmätning cirka 19+150) och ett tryckutjämningschakt vid stationens norra uppgång (längdmätning cirka 19+040). Båda blir cirka 1 meter höga ovan jord.

På flertalet platser i tunnelsystemet kommer dessutom separata tunnlar/bergrum byggas för installationer, vissa av dessa är anslutna till markytan med vertikala schakt.

5.1.4 Vattenhantering och utsläpp av vatten

Vattenhantering och utsläpp av vatten

- Vattenhanteringen under både bygg- och drifttid har som mål att inte innebära någon negativ påverkan på recipienterna som vattnet leds till.
- Vattenhanteringen under byggtiden anpassas efter föroreningsgrad och tar hänsyn till om vattnet rinner från etableringsytor eller pumpas från schaktgropar eller tunnel.
- Under drifttiden kommer vatten som tränger in i tunneln, brandsläckvatten och vatten som används under tvätt av tunneln att pumpas till en VA-station. Vid VA-stationen kommer möjlighet för provtagning och vattenrening att finnas.

5.1.4.1 Hantering av länshållningsvatten och dagvatten under byggtiden

Under byggtiden uppkommer två typer av vatten:

- Dagvatten från etableringsytor
- Länshållningsvatten

Länshållningsvatten uppkommer vid sprängningsarbeten, borrhning, injektering, vid renspolning av tunnlaras väggar och tak samt från inträngande grundvatten i tunnlar.

Länshållningsvatten delas in i två underkategorier:

- Inläckande grundvatten
- Processvatten som uppkommer från sprängning, borrhning och schaktning.

Vid drivning av tunneln kommer processvatten att användas i samband med borrhning och injektering samt vid renspolning av tunnelns väggar, tak och losshållet berg. Dessutom kommer grundvatten att läcka in i tunneln. Vid drivning av huvudtunneln lyfts eller rinner vattnet först till pumpgropar i anslutning till arbets- och servicetunnlar. Från pumpgroparna lyfts vattnet till markytan.

Mängden vatten som används kommer att kontrolleras, liksom den mängd vatten som pumpas upp ur tunneln. För att kontrollera mängden inläckande grundvatten kommer dessutom

dammkonstruktioner/mätbrunnar att anläggas i tunnarna. Mätbrunnar anläggs vid ett flertal platser längs med tunnelsträckan för att möjliggöra kontroll av mängden inläckande grundvatten vid olika delsträckor. För att inte mätning av inläckande grundvatten ska påverkas av användningen av processvatten kommer mätning att ske vid stabila flöden.

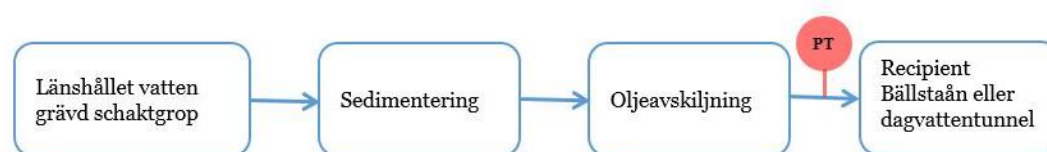
Hanteringen av länshållningsvatten anpassas efter i vilken omfattning vattnet kan innehålla kväverester. Hantering av sådant länshållningsvatten beskrivs i Figur 23. Först sker en flödesmätning (FM) innan vattnet behandlas lokalt med sedimentering, oljeavskiljning och slutligen provtagning. Om provtagningen visar att det behövs ytterligare behandling kan pH-justering och/eller sedimentering utföras för att komplettera reningen. Efter behandlingen leds vattnet vidare till spillnätet för avloppsvatten. Utsläpp till vatten under byggtiden kommer att hanteras i vederbörlig ordning genom anmälningsförfarande för vad som gäller för Stockholm Vatten.

Även vid jordschakt för arbetstunnlar, uppgångar vid stationer, schakt till markytan med mera behöver grundvatten länshållas lokalt. Länshållning sker från brunnar i botten av schakten inom de temporära stödkonstruktioner.

Länshållet vatten från schaktgröpar där det inte utförts sprängning renas genom sedimentering och oljeavskiljning, Figur 24. Det finns möjlighet till provtagning (PT) innan utsläpp till recipient. Om vattenprovtagning visar ett behov av ytterligare rening kommer SLL att ha beredskap för att installera ett flocknings- och fällningssteg eller pH-justeringssteg.



Figur 23. Länshållet vatten från schaktgröp i tunnel, med sprängning.



Figur 24. Länshållet vatten från schaktgröp, utan sprängning.

5.1.4.2 Hantering av dagvatten

Dagvatten uppkommer under byggtiden vid olika aktiviteter och behandlas efter föroreningsinnehåll samt efter vilken recipient som dagvattnet ska ledas till. I nuläget är det naturmark eller tidigare flygplats på de flesta platser där byggnation kommer att ske.

Byggområdet för Barkarbystadens station, varifrån tunneldrivning kommer att ske, ligger på platsen för den nedlagda flygplatsen Stockholm-Barkarby flygplats.

Byggområden för Barkarby station planeras både på befintlig naturmark samt inom det industriområde som finns i anslutning till pendeltågsstationen. Delar av byggområdena vid Barkarby station samordnas med byggområden för Trafikverkets arbeten med Mälärbanan.

Eftersom sprängda bergmassor kan innehålla förhöjda halter av framförallt kväve kommer det dagvatten som uppstår från mellanlagringsytorna med sprängda krossmassor att omhändertas. Dagvatten från upplagsytorna kommer först att renas lokalt. Flödesmätning och provtagning kommer även att ske innan vattnet förs till spillvattennätet för avloppsvatten.

5.1.4.3 Hantering av dränvatten under drifttiden

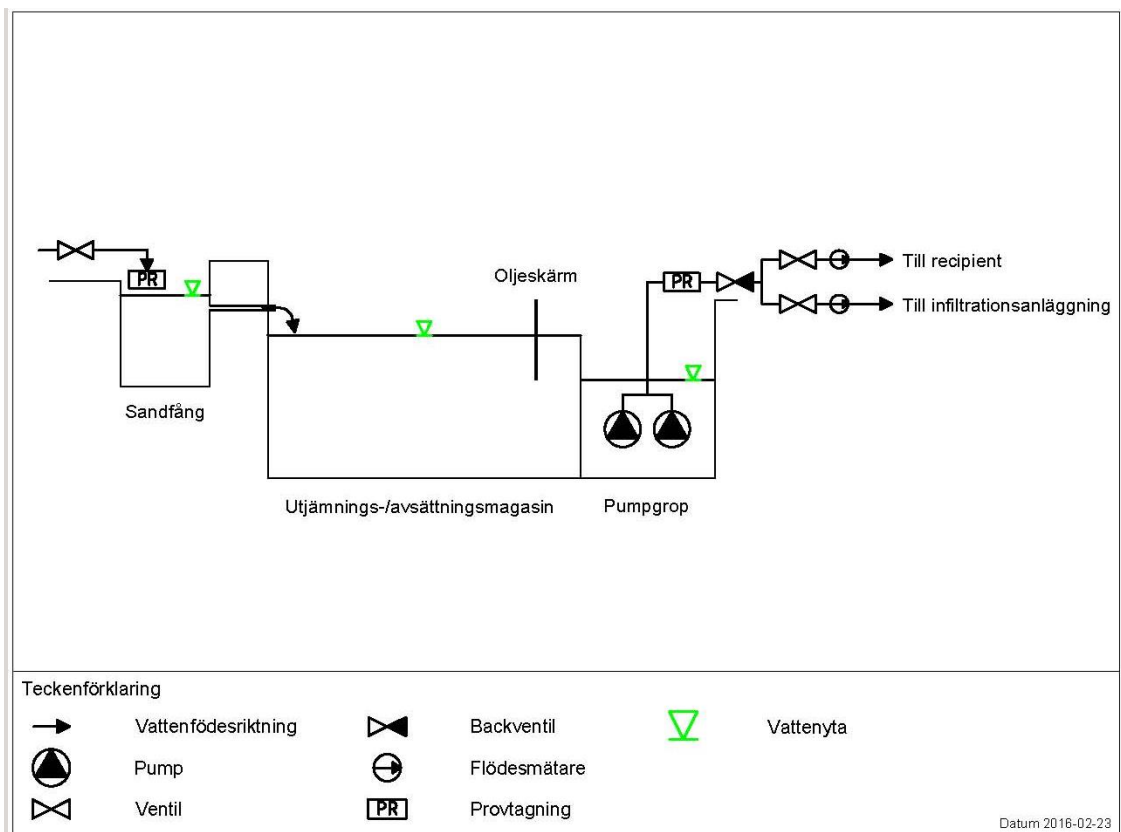
Under drifttiden kommer grundvatten att läcka in i tunneln som dränvatten. Dränvattnet ska flödesmätas och därefter ledas till en VA-station

I VA-stationen leds dränvattnet in i en kammare där sedimentering av sand och partiklar sker. Kammaren har även funktion för oljeavskiljning. Efter sand-, slam-, och oljeavskiljning finns en pumpgrop som är åtkomlig för inspektioner och provtagningar. Dränvattnet pumpas därefter genom tryckledningar till extern förbindelsepunkt mot det kommunala dagvattennätet. Permanent flödesmätning sker på utgående tryckledning. Tryckledningen förses med provtagningspunkt, backventil och avstängningsventil.

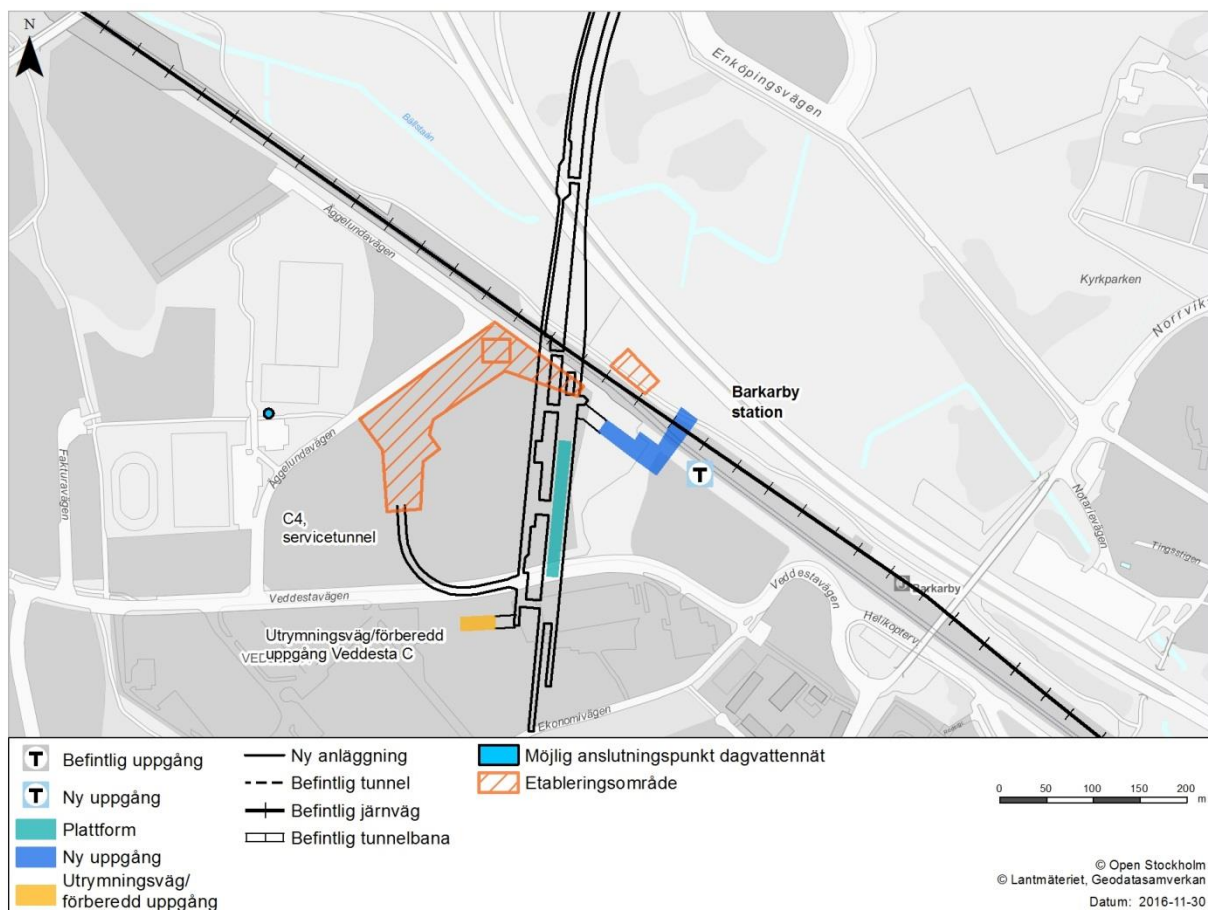
Vid behov avser SLL installera ytterligare reningssteg. I och med flödesmätningen kan provtagningen anpassas flödesproportionellt. Utsläpp av föroreningar förhindras genom att man kontrollerar vattenkvaliteten fortlöpande och vid behov stoppar utsläppet av vatten tills det är rent. Genom att det finns möjlighet att mäta både vattenkvalitet och mängd utpumpat dränvatten uppnås på så vis god kontroll av vattenkvalitet på utsläppt vatten. Som framgår av Figur 14 finns även en rent tekniskt möjlighet till omkoppling för att leda vatten till infiltrationsanläggning.

SLL och Järfälla kommun har i samråd preliminärt kommit överens om att släppa ut vattnet till Bällstaån, förutsatt att det är tillräckligt rent. Vattnet släpps ut till befintlig dagvattenledning i anslutning till tunnelmynning/uppgång. Rent tekniskt finns en omkopplingsmöjlighet att leda till infiltrationsanläggning se Figur 25.

Genom att det finns möjlighet att mäta både vattenkvalitet och mängd utpumpat dränvatten uppnås god kontroll av vattenkvalitet på utsläppt vatten. Vattnet släpps ut till befintlig dagvattenledning i anslutning till tunnelmynning/uppgång (se Figur 26).



Figur 25. Preliminär utformning av VA-station. Möjlighet för flödesmätning, provtagning och avstängning.



Figur 26. Möjlig anslutningspunkt vid Barkarby station är i en befintlig dagvattenledning, som mynnar i Bällstaån.

5.1.5 Skyddsinfiltration

Anläggningar för skyddsinfiltration kan komma att behöva anläggas för att upprätthålla grundvattennivåer under bygg- och drifttid. Skyddsinfiltration kan komma att behövas tillfälligt vid schakt där grundvattennivån måste sänkas eller då grundvattenytan sänks genom inläckage trots tätning. Skyddsinfiltration kan även behövas permanent i det fall tunnelbanan påverkar omgivningen trots långtgående tätningsåtgärder.

Infiltrationsanläggningen anläggs för att motverka skadlig inverkan på grundvattenpåverkan i jord som medför skada. Det är främst i jordlagren som skyddsinfiltration kommer att vara aktuellt.

I de fall skyddsinfiltration kommer att utföras under byggtiden kommer infiltrationen att ske med kommunalt dricksvatten. Under drifttiden kan infiltration komma att ske med inläckande dräneringsvatten alternativt kan infiltration ske med kommunalt dricksvatten.

5.2 Byggmetoder

Byggmetoder

- Tunneln byggs genom "Borra-spräng" vilket innebär borrar vid laddning av språnghål. Sprängning sker med 100-250 detonationer. Därefter lastas sprängmassorna ut och berget förstärks innan nästa sprängning sker.
- Grävning i jord görs oftast innanför en tillfällig stödkonstruktion. Tätning görs för att motverka påverkan på grundvattnet. Infiltration kan ändå behöva utföras, för att motverka att skador uppkommer.

Majoriteten av byggarbetena kommer att ske i berg under mark. Tunnelarna och stationerna kommer till största del att drivas (tillskapas) med den bergschaktningsmetod som kallas borrar och sprängning. Vid byggandet av de konstruktioner som ska nå upp till markytan, såsom rulltrappsschakt, schakt för avluft, brandgasevakuerings och tryckutjämning, kommer det dock att krävas arbeten i jord.

5.2.1 Bergtunnlar

Arbetet i berg kommer att ske på flera fronter samtidigt och utgår i huvudsak från arbetstunnlar A2, B1 och C4. Under normala förhållanden genomförs ungefär en sprängning per dygn och tunnelfront. Vissa sträckor kan kräva försiktigt och skonsamt berguttag. Detta kan i sin tur innebära fler sprängningar per dygn, men kortare salvlängder.

Mindre områden med mycket dåligt berg kan förekomma vilket kan kräva mekaniskt uttag av berget. Beroende på bergets kvalitet kan detta innebära att schakt utförs med grävmaskin, roadheader eller motsvarande typ av maskin.

Alternativa bergschaktmetoder som vadersågning eller spräckning kan också bli aktuellt.

Tunnlar och stationer kommer till största delen att drivas med borrar och sprängning, som är den i Sverige vanligast förekommande metoden. Drivningen omfattar följande viktigare arbetsmoment: förinjektering, salvborrar, laddning och sprängning, utlastning, bergrensning samt bergförstärkning. Mer information om dessa arbetsmoment finns i faktarutan nedan.

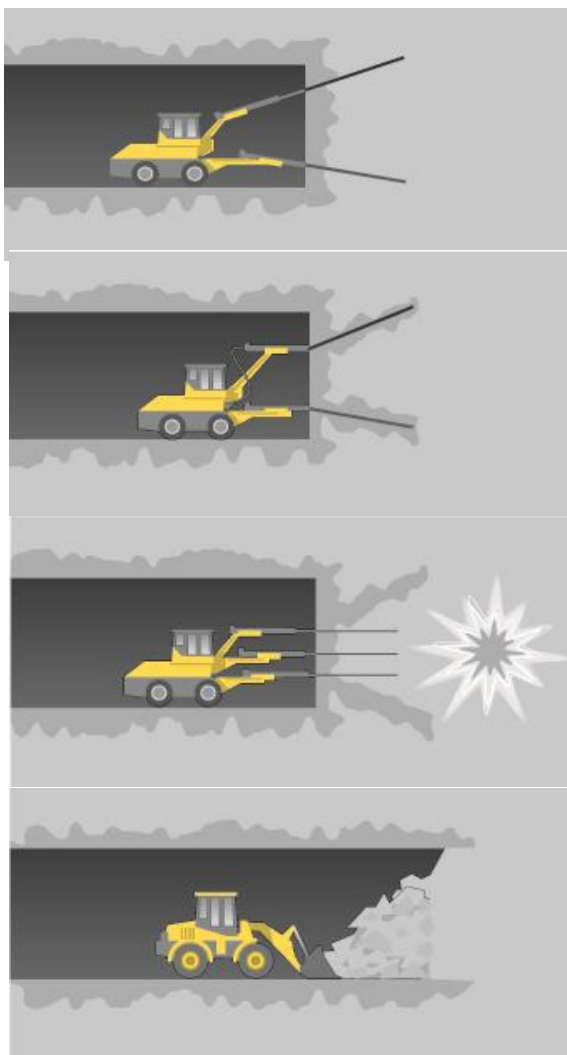
Generell beskrivning av tunneldrivning

Förinjektering: Först borras 15-20 meter långa hål runt den blivande tunneln. Därefter sprutas injekteringsbruk in i borrhålen och i bergsprickor. När injekteringsbruket stelnat har det bildats en tät zon runt den blivande tunneln. Syftet med förinjekteringen är att minimera inläckage av vatten.

Salvborrning, laddning och sprängning: Normalt borras cirka tre till fem meter långa hål horisontellt i hela tunnelfronten och laddas med sprängämne. Sprängningsarbetena anpassas med hänsyn till risker för skador till följd av vibrationer. Efter det att spränggaserna ventilerats ut och de utsprängda massorna har bevattnats för att reducera dammspridning, lastas massorna ut.

Bergrensning: Kvarsittande löst berg i väggar och tak tas bort maskinellt och för hand med skrotspett. Därefter spolas bergytan ren med vatten.

Bergförstärkning: Bergförstärkning utförs i normalfall med sprutbetong och bultar. Om exempelvis bergtäckningen är liten kan andra typer av förstärkning behövas.



I övergångarna mellan jord och berg sprängs berget i öppna schakter med konventionell ovanjordssprängning. Ovanjordssprängning följer i princip samma arbetsmoment som för sprängning under jord med eventuella behov av tätning och förstärkning. Anpassningar och kontroll för sprängning görs även för luftstöt vågor.

Vid Akalla ska anslutning ske till befintlig tunnelbana och bergschakt kommer att utföras ända fram till befintlig station. Detta kan innebära att Akalla station tillfälligt måste stängas då detta arbete utförs.

5.2.2 Byggmetoder i jord

Schaktarbeten kommer att utföras vid stationsentréer och stationsbyggnader, vid anläggning av ventilationsschakt, vid ledningsomläggningar, nydragning av ledningar etc. Förskärningar eller ramp ned till arbetstunnlar innebär stora schakter i spont.

Generell beskrivning av sponttyper, slitsmurar och sekantpålar

Stålspont finns i olika dimensioner och profiler vilka slås, trycks eller vibreras ner i jorden. Spontplankorna är försedda så kallade spontlås som förenar plankorna och gör väggen tät och styv. När stålspont når berg kan spontväggen förankras i berg med ståldubb.

Rörspont kan göras täta eller dränerande och består av stålrör som borrar ner till och in i berget. För tät rörspont borrar rören intill varandra och sammanfogas med spontlås. För dränerande rörspont borrar stålrören ner med ett bestämt avstånd och plåtbitar svetsas mellan rören. Dimensionen på stålrören kan varieras och rören kan fyllas med betong och även kompletteras med stålbalkar för att öka styvheten. Borrat tät rörspont är lämplig vid svårare markförhållanden som fastare och blockrik friktionsjord tillsammans med höga grundvattennivåer.

Slitsmurar tillverkas genom att vertikala slitsar eller paneler schaktas i jorden. Slitsen och jorden stabiliseras genom att en stödvätska, oftast en bentonitsuspension, fylls i schakten. Armeringskorgar sänks ner och därefter gjuts betong i slitsen samtidigt som stödvätskan successivt töms från slitsen. Slitsmurens styvhet anpassas genom att variera slitsen tjocklek och armeringsmängd.

Sekantpålar är platsgjutna betongpålar som utförs med viss överlappning för att skapa en styv och tät konstruktion. Foderrör borrar ner, oftast till eller ner i berg, och jordmaterialet ersätts med betong. Sekantpålarnas styvhet anpassas genom val av betongkvalitet, påldiameter och armeringsmängd. Såväl slitsmurar som sekantpålar kan nyttjas som permanent konstruktion och för installationen byggs först en styrvägg.

Stämp är ett monteringsstöd för olika typer av byggelement, som hjälper till att hålla byggelementet stabilt och säkert exempelvis som horisontella balkar mellan två lodräta väggar eller som lodräta pelare mellan bjälklag.

Schaktarbeten i jord och lera utförs med hjul- eller bandgående grävmaskin. Vid schakt i stora sponter där räckvidden hos en grävmaskin inte är tillräcklig, kan även så kallad långsticka (grävmaskin med längre räckvidd) eller kran med gripskopa användas.

Där utrymme finns och vid begränsade schaktdjup kan jordschakt utföras som schakt med slänter. Oftast krävs dock att en tät stödkonstruktion (spont, slitsmur, sekantpålar eller motsvarande) används för att förhindra grundvatten från att komma in i schakten. Stödkonstruktion används även då det finns begränsat utrymme för slänterna.

Vid schakt djupare än cirka 4 meter erfordras stabilisering på flera nivåer. För tunnelbanans jordschakt kommer stödkonstruktioner till berg att användas. I de fall stag används under grundvattenytan kommer de att tätas.

Där det ska utföras bergschakt inom stödkonstruktionens schakt kommer en kantbalk att gjutas mot stödkonstruktionens fot för att säkra ett horisontellt stöd under bergschakten.

Tätningssåtgärder kommer att vidtas för att undvika grundvattensänkningar utanför stödkonstruktionen. Det görs genom injektering i berg genom så kallad ridå- och botteninjektering samt i jord genom kontakt- och jetinjektering. Ridåinjektering innebär att borrhål borrar utanför sponten ned i berget varefter injekteringsmedel trycks ut. Botteninjektering innebär borrhål och injektering genom schaktbotten. Jetinjektering tätar eventuella hålrum mellan stödkonstruktionens nedre del och bergytan samt jorden bakom stödkonstruktionen och säkerställer att vatten inte tränger förbi spontlås eller ojämnheter.

Vid övergång mellan jord- och bergtunnel och uppgångar i jord kommer stödkonstruktionens väggar att installeras ned till berg. Val av arbetsmetod anpassas efter bland annat grundvattenförhållanden och risk för upptryckning av botten. Mellan lera och berg finns oftast ett vattenförande friktionsjordslager med både varierande mäktighet och sammansättning, samtidigt som berget ibland lutar brant vid övergången mellan jord och bergschakt. Inom dessa partier installeras stödkonstruktionens väggar in i berg, dels för att kunna täta i övergången och dels för att erhålla ett horisontellt stöd för konstruktionen. För att skapa en torr schaktgrop utan större påverkan på omgivningen utförs injektering i både berg och jord.

För vissa vägar och planer som behöver användas under byggtiden kan det bli aktuellt med mark- och grundförstärkning med kalkcementpelare, masstabilisering, urgrävningar och lättfyllning.

Permanent betongkonstruktioner utförs längs med huvudtunneln för bland annat VA-station, och diverse avskiljande väggar i exempelvis tvärtunnlar.

Vid permanenta anslutningar av vertikala schakt till markytan, kommer de temporära konstruktionerna i jord att ersättas av täta konstruktioner i betong mellan färdig mark och anslutning till berg.

5.2.3 Bergschakt från tunnel till markytan

Bergsschakt från tunneln till markytan kommer att behöva utföras vid ett antal platser för bland annat avluft, brandgas och tryckutjämning. Platserna för schakten beskrivs i avsnitt 3 ovan. Schakten kan komma att utföras genom raiseborrning, genom borrning och sprängning eller genom sågning. I ett första skede schaktas dock jordlagren bort (se nedan) varefter bergsschakten utförs.

Raiseborrning innebär att man från markytan borrar ett mindre hål ner till underliggande tunnel. Därefter kopplas en större borrhålskrona på och borrhålet utvidgas till den dimension som schaktet kräver. Schaktet utvidgas från tunneln och upp till markytan och bergmassorna faller ned i tunneln och transporteras sedan ut.

Bergschakt kan även utföras genom borrning och sprängning. Alternativt kan det också ske genom wiresågning, då en sågvajer installeras i förborrade borrhål varpå schakten sedan sågas ut ur berget.

Injekteringsarbeten kommer att utföras vid schakten för att täta berget enligt samma principiella metodik som i tunnlarna.

5.2.4 Permanenta betongkonstruktioner för tunnlar/uppgångar

Permanenta betongkonstruktioner utförs längs med huvudtunneln för bland annat VA-station, och diverse avskiljande väggar exempelvis tvärtunnlar.

Inom stationerna utförs betongkonstruktioner för bland annat plattformar. Vidare utförs bjälklag och pelarsystem för omkringliggande teknikutrymmen.

Vid uppgångarna utförs betongkonstruktioner för rulltrappor med mera. Vidare utförs bjälklag och pelarsystem för biljetthallar i, och ovan mark. Vid Barkarby station, uppgång Mälarbanan/pendeltågsstation byggs en del av biljetthallen under den planerade Veddestabron. Biljetthallen sträcker sig sedan på bro över järnvägen, och ansluter parallellt med Veddestabron med en entré.

Vid permanenta anslutningar av vertikala schakt till markytan, kommer de temporära konstruktionerna i jord att ersättas av täta konstruktioner i betong mellan färdig mark och anslutning till berg.

5.2.5 Transportvägar och etableringsytor

Under tunnelbanans byggtid kommer ytor ovan mark att behöva tas i anspråk tillfälligt. Dessa kommer huvudsakligen att användas för etablering (arbetsbodar, materialupplag, fordonsuppställning etcetera) samt för vissa arbeten. Områdena och byggvägar redovisas översiktligt i Figur 22.

I anslutning till platsen där arbetstunnel A1 når markytan anläggs ett etableringsområde kallat AE1. Området kommer särskilt att användas under arbeten med rustning och förstärkning av befintlig tunnel. För transporter till och från etableringsytan kommer en befintlig väg att nyttjas.

Mellan arbetstunnel A2 och servicetunnel B1 anläggs etableringsområden BE1 som i huvudsak kommer att användas som yta för bodar, BE2 som kan bli yta för bergupplag och krossanläggning, BE3 etableringsyta för arbetstunnel B1, station Barkarbystaden med uppgångar samt tunnlar mot Barkarby station och BE4 som kommer att användas som etableringsyta för arbetstunnel A2 samt tunnlar mellan Akalla och Barkarbystaden. För krossanläggning diskuteras även en alternativ yta närmare Hästa klack och Enköpingsvägen. Vilken yta som används kommer att bestämmas i samråd med Järfälla kommun.

Vid Barkarby station anläggs etableringsområdena CE1 och CE2. Dessa områden anläggs i anslutning till arbetstunnel C4 och vid tunnelbanans planerade uppgång.

Förutom etableringsområdena anläggs också arbetsområden vid entrébyggnader/uppgångar från tunnelbanan samt vid schakt till markytan. Utöver de större arbetsområdena så kommer mindre arbetsområden att tas i anspråk för ytanläggningar, flytt av ledningar med mera.

Inom etableringsområdena kommer dagvatten att omhändertas. Hanteringen av dagvatten kommer att anpassas efter eventuellt föroreningsinnehåll.

Förvaring av bränsle, miljöfarliga kemikalier, brandfarliga produkter och sprängämnen inom arbetsområdena kommer att minimeras och krav kommer att ställas på att ämnena hanteras med erforderliga skyddsanordningar för uppsamling av eventuellt spill, påkörningsskydd med mera.

De transportvägar som kommer att användas beskrivs i avsnitt 8.4 nedan och redovisas i Bilaga A5 i Teknisk beskrivning.

6 Alternativ

6.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär en beskrivning av konsekvenserna av att verksamheten eller åtgärden inte kommer till stånd. Beskrivningen av ett nollalternativ och dess konsekvenser utgår från dagsläget och en bedömning om en trolig utveckling.

Större infrastrukturprojekt i närområdet som är en del av nollalternativet är bygget av Förbifart Stockholm, ombyggnad av Akallalänken och bygget av Mälarbanan.

Den fördjupade översiktsplanen som antogs av kommunfullmäktige 28 augusti 2006 utgör en del av nollalternativet. Den bebyggelse som anges i översiktsplanen för 2006 förutsätts ske även om inte tunnelbanan byggs ut.

Nollalternativet innebär att den planerade tunnelbanan inte kommer till stånd vilket också innebär att ingen grundvattenbortledning genomförs från tunnelbanan. Däremot sker viss grundvattenbortledning inom utredningsområdet eftersom Förbifart Stockholm genomförs.

Konsekvenserna för nollalternativet beskrivs mycket översiktligt. För detaljerade konsekvenser av Förbifart Stockholm hänvisas till handlingar i vägplanen och tillståndsprövningen och för stadsutbyggnaden hänvisas till detaljplaner.

6.2 Lokaliseringsalternativ

I arbetet med att hitta den optimala sträckningen för tunnelbanan har ett antal alternativa lokaliseringar studerats. Motiv till vald sträckning för tunnelbanan Akalla-Barkarby har utgått från lämpliga stationslägen i förhållande till Järfälla kommuns exploateringsplaner men även spårgeometrisk- och geologiska förutsättningar, förväntad miljöpåverkan samt andra bygg- och anläggningsprojekt i området, såsom Mälarbanan och Förbifart Stockholm. Nationella, regionala och lokala mål ligger till grund för ett antal projektspecifika mål, med indikatorer som varit ett stöd vid val av lokalisering. Bortvalda alternativ bedöms inte i lika hög grad uppfylla dessa mål. Förväntad miljöpåverkan redovisas i de fall där detta har varit alternativskiljande.

6.2.1 Spårsträckning och stationsplacering

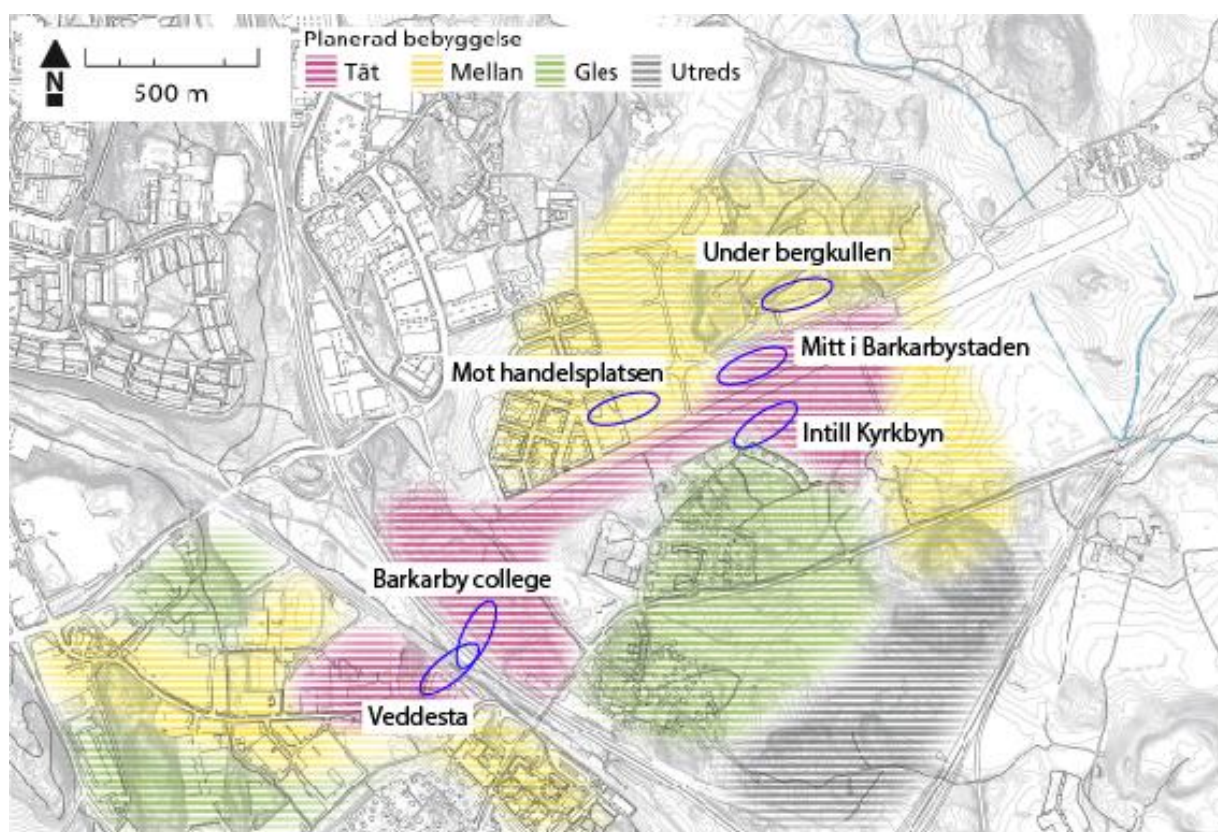
Alternativa lokaliseringar för spårdragningar och stationer har studerats i genomförd åtgärdsvalsstudie, idéstudie samt lokaliseringsutredning.

Under 2013 utfördes en åtgärdsvalsstudie (SLL, 2013b) avseende utbyggnad av kollektivtrafik till Barkarbystaden. I åtgärdsvalsstudien valdes tre åtgärdsalternativ ut för vidare trafikanalyser, samhällsekonomiska bedömningar och bedömning av måluppfyllelse. Dessa alternativ var förlängning av tunnelbana från Akalla, förlängning av tunnelbana från Hjulsta samt ny spårväg mellan Kista och Barkarby. Åtgärdsvalsstudiens slutsats var att en förlängning av tunnelbanan från Akalla till Barkarby station ger störst resenärsnyttor och har därmed bäst möjlighet att öka kollektivtrafikens marknadsandelar i nordvästsektorn. En utbyggnad av tunnelbanan ger även bäst förutsättningar för att möta framtida behov av kapacitet i kollektivtrafiken. En förlängning av tunnelbanan från Hjulsta visade på begränsade nyttor i förhållande till övriga alternativ, även om den bedömdes medföra lägre anläggningskostnad än övriga alternativ. Utvärderingen från

miljösynpunkt gjordes utifrån målet ”Möjliggöra ett effektivt nyttjande av det befintliga trafiksystemets infrastruktur och minimera negativ påverkan på människors hälsa och livsmiljö”. De tre åtgärdsalternativen bedömdes ha likvärdig måluppfyllelse utifrån detta mål.

Tidigare genomförd idéstudie identifierade sträckan mellan Akalla och Barkarby station som intressantare än utbyggd tunnelbana mellan Hjulsta och Barkarby station. Anledningen till detta var, förutom att försörja den nya Barkarbystaden med kollektivtrafik, att en förlängning mellan Akalla och Barkarby station skulle skapa en ny anslutning till Mälmarbanan och ge en bra förbindelse till stora arbetsplatsområden. I första hand skulle Kista och Akalla, men även Hallonbergen, Näckrosen och Solna centrum, få en bra koppling till samtliga orter längs med Mälmarbanan. Detta alternativ bedömdes därför skapa större resenärsnytta eftersom Hjulstagenen redan idag har koppling till Mälmarbanan vid Sundbyberg.

Under 2014 utfördes en lokaliseringsutredning i syfte att framförallt besluta om de nya tunnelbanestationernas lägen. De stationslägen som studerades visas i Figur 27.



Figur 27. Stationslägen som studerades i lokaliseringsutredningen för Barkarby station och Barkarbystadens station samt Järfälla kommuns preliminära skiss för stadsbebyggelse i området. Källa: Stockholms läns landsting, 2015a.

De alternativa stationslägena valdes bort till förmån för Barkarby College och Mitt i Barkarbystaden, som bedömdes ge bäst måluppfyllelse. Bortvalda alternativ bedömdes inte i lika hög utsträckning bidra till ett transportsystem som bäst möjliggör byggandet av nya bostäder och arbetsplatser. Barkarby College och Mitt i Barkarbystaden skapar goda möjligheter att

arbetspendla och bidrar till regional utveckling med Barkarby som en attraktiv och tillgänglig kollektivtrafiknod.

För Barkarbystaden har förslaget ”Mot handelsplatsen” avfärdats på grund av att den västra entrén hamnar i ett läge där färre bostäder kommer att ligga vilket innebär ett lågt upptagningsområde.

Förslaget ”Intill kyrkbyn” skulle hamna i ett område där den förväntade bebyggelsen är relativt låg vilket kan medföra svårigheter att integrera entréerna i stadsbebyggelsen. Ojämna resandemängder mellan entréerna samt att kopplingen till målpunkterna Barkarby handelsplats och Barkarby College skulle bli svag var andra skäl till att alternativet valdes bort.

Stationsläget ”Under Bergkullen” har en svag koppling till Barkarby handelsplats och till BAS Barkarby. Stationsläget skulle dessutom kräva anpassning till rådande topografi, vilket kan försämra tillgängligheten för fotgängare, cyklister och trafikanter som byter mellan buss och tunnelbana.

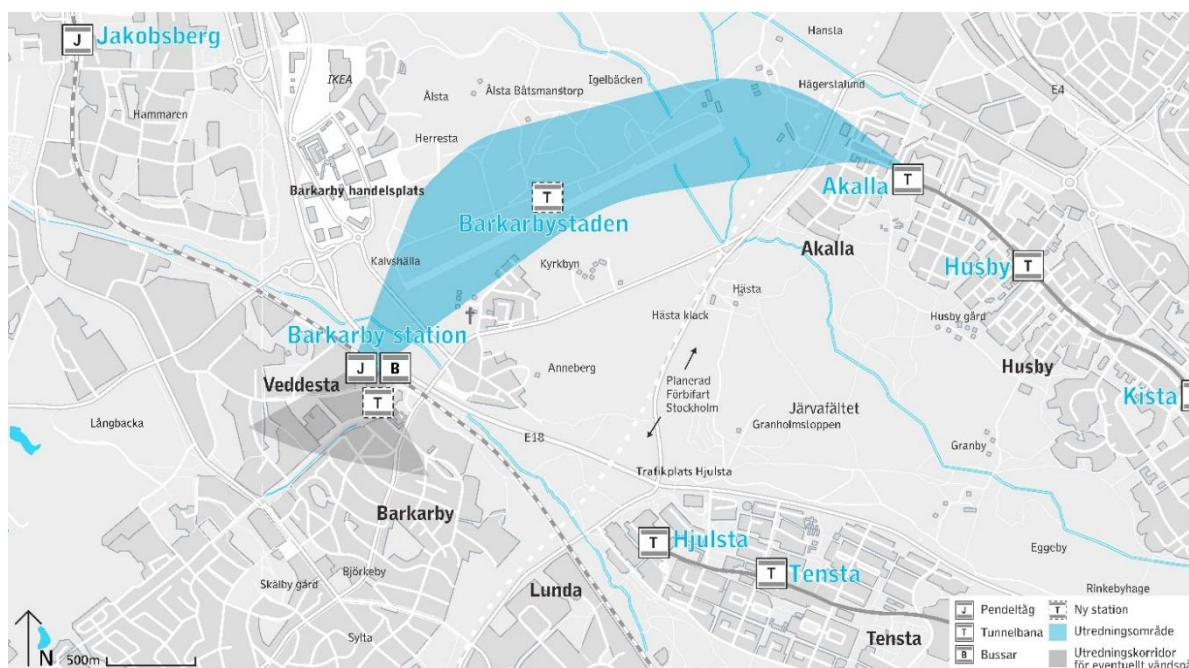
Vid Barkarby station rekommenderades inte stationsläget ”Veddesta” för vidare utrednings- och projekteringsarbete eftersom kontakten med Barkarbystaden ansågs som något lägre samt att fördelningen av resenärer på plattformen skulle bli bättre med Barkarby College-alternativet. Under lokaliseringsutredningens framtagande fanns inte heller lika långt framskridna planer för omvandlingen av Veddesta från industriområde till blandstad, varför bostäder i detta område inte var med i bedömningen. Efter lokaliseringsutredningen har fortsatta utredningar visat att markförhållandena kring uppgång Barkarby College är sämre än vad man tidigare trott och att arbetena i området både skulle bli kostsamma och riskfyllda. Detta har lett till att man efter beslutet om lokaliseringsutredningen valt att gå vidare med ett alternativ som sammanfaller med placeringen av stationsalternativet ”Veddesta”.

I lokaliseringsutredningen studerades även alternativa spårsträckningar mellan Akalla och Barkarby station. Förutsättningarna för spårsträckningen var främst val av stationslägen samt passagen av den planerade Förbifart Stockholm. Spårsträckningen skulle även möjliggöra förlängningen mot Hjulsta eller Viksjö.

Två alternativ har studerats för hur tunnelbanan ska passera Förbifart Stockholm: över eller under Förbifart Stockholms vägtunnlar. I lokaliseringsutredningen avfärdades alternativet där tunnelbanans tunnel löper över Förbifart Stockholms tunnlar. Alternativet innebär att arbete måste ske från ytan, vilket skulle påverka trafiken på väg 275 i stor utsträckning under byggtiden. En dragning ovanför motorvägstunneln skulle också innebära relativt omfattande ingrepp i natur- och kulturmiljön under byggskedet, speciellt miljön och kulturresevatet runt Igelbäcken skulle påverkas kraftigt under byggskedet. Alternativa korsningspunkter norr och söder om vald korsningspunkt, har valts bort för att minska risken för störningar mellan de två projektens byggscheden samt på grund av produktionstekniska förutsättningar.

I Figur 28 visas det område inom alternativa spårdragningar utretts. De alternativa spårsträckningarna har huvudsakligen avfärdats på grund av att de skulle innebära att stationerna inte får tillräcklig bergtäckning eller att en framtida förlängning av tunnelbanan skulle försvåras.

Ett alternativ som övervägdes i ett tidigt skede är att anlägga tunnelbanestationerna relativt ytligt genom att gräva från marknivå och därefter fylla igen och återställa marken, så kallat ”cut and cover”. Fördelarna med detta skulle vara att möjliggöra intag av dagsljus i stationerna samt att resenärerna inte skulle behöva färdas djupt under mark för att nå plattformen. Arbetsmetoden bedömdes dock tekniskt komplicerad då sträckningen passerar under Mälarbanan och E18, vars trafik skulle påverkas under tunnelbanans byggskede. På övrig sträckning skulle ”cut and cover” som arbetsmetod innebära stora störningar i området samt stor påverkan på skyddsvärd miljö.



Figur 28. Kartan visar de områden där spårsträckning studerats. Källa: Stockholms läns landsting, 2015a.

6.2.2 Arbets- och servicetunnlar

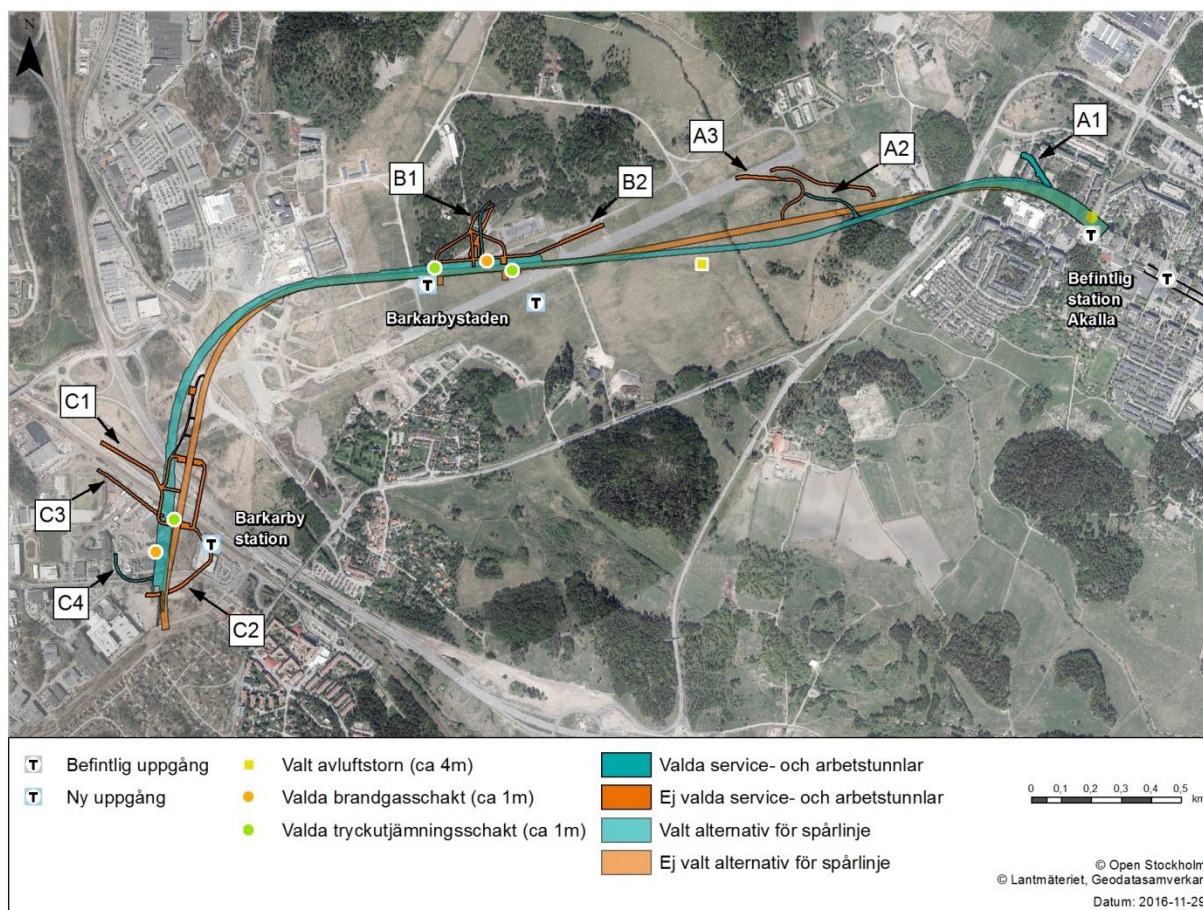
Utgångspunkten för arbets- och servicetunnlar har varit att det behövs minst en arbetstunnel per station för att få en effektiv byggprocess. Flera olika alternativa lägen avseende arbets- och servicetunnel har utretts, se, se Figur 29.

Mellan Akalla och Barkarbystaden har servicetunneln A3 valts bort med hänsyn till risk för påverkan på fornlämningar som finns i området samt att tunneln skulle hamna för långt bort från Akalla och den planerade Förbifart Stockholm.

Vid Barkarbystaden har servicetunneln B2 valts bort då den ger sämre tillgänglighet till tunneln än B1.

Invid Barkarby station har servicetunneln C2 väster om Mälarbanan, in mot Veddesta, utgått då C3 ansågs ge mindre samordningsfrågor med kommande bebyggelse samt låg längre från befintlig bebyggelse. Servicetunneln C1, belägen mellan Mälarbanan och E18 betraktades länge som det valda alternativet men efter hand tillkom nya förutsättningar eftersom vidare undersökningar visat att markens beskaffenhet inte är lämplig för att anlägga en tunnel i det läget.

Under våren 2016 genomfördes ett arbete med syfte att optimera anläggningens utformning. Ett resultat av optimeringsarbetet var att Barkarby station flyttades söderut, vilket inneburit att ett nytt läge för arbets- och servicetunneln till stationen behövts tas fram, tunneln C4 (Figur 29). Detta innebär att även C3 valts bort, då den i och med stationsflytten inte längre når stationen i ett optimalt läge.



Figur 29. Kartan visar de områden där lokaliseringar av arbets- och servicetunnlar studerats.

6.2.3 Ventilationsanläggningar

Alternativa lägen för avluftstorn, tryckutjämningschakt och brandgasschakt har studerats. Flera ytor har utretts i tidigare skeden men har valts bort på grund av anpassning till Järfälla kommuns framtida exploatering samt på grund av att alternativen stod i konflikt med natur- och kulturvärden samt boendemiljö. Järfälla kommun har tagit fram ett program för Barkarbystaden (strukturplan) i tät dialog med Stockholms läns landsting (SLL), där tunnelbanans ytanläggningar anpassats till kommande bebyggelse och vice versa. Även anpassningar till kommunens pågående detaljplanearbete, bland annat i Veddesta, har skett.

För Barkarbystadens östra uppgång har alternativa brandgasschakt valts bort till förmån för brandgasschakt som kommer upp närmre stationsrummet. Tilluftstorn har valts bort i och med det optimeringsarbete som skedde under våren 2016. Istället tas nu tilluft via servicetunnlar, vilket är en mer kostnadseffektiv lösning. Alternativa lägen för tryckutjämningschakt har valts bort eftersom de antingen kommer i konflikt med planerad bebyggelse eller kommer för långt bort från spårtunneln.

Alternativa placeringar för avluftstorn har valts bort då de antas komma i konflikt med framtida exploatering.

6.3 Utformningsalternativ

I redovisningen nedan anges miljöpåverkan i de fall där detta har varit alternativskiljande.

6.3.1 Spårtunnlar

Studier huruvida tunnelbanan ska byggas som två enkelspårstunnlar eller som en dubbelspårstunnel har utförts. Det har även utretts om en servicetunnel ska löpa parallellt med spårtunneln eller inte. Fördelarna med en parallell servicetunnel är bland annat att underhåll och service förenklas samt att räddningstjänsten ges bättre möjligheter att genomföra insatser. Dessutom finns det fördelar med avseende på ventilation och tryckutjämning samt att det finns bättre möjligheter att komplettera med fler spårväxlar i framtiden.

På sträckan mellan Barkarby station och Barkarbystaden har utformning med enkelspårstunnlar valts bort eftersom fördelarna med dubbelspårstunnel med parallell servicetunnel beskrivna ovan kunnat erhållas.

Utformningen med två enkelspårstunnlar är mer kostnadseffektiv än en dubbelspårstunnel med parallellt löpande servicetunnel. På sträckan mellan Akalla och station Barkarbystaden har utformningen med två enkelspårstunnlar utan servicetunnel valts. Detta beror bland annat på att det inte finns något växelparti på sträckan och utrymning kan då ske mellan spårtunnlarna i händelse av brand. En utformning med parallell servicetunnel, som tidigare varit huvudalternativ på denna sträcka har således valt bort. Den valda lösningen med avseende på utrymnings- och insatskoncept beskrivs i MKB för järnvägsplan.

6.3.2 Stationer

Till grund för utformningen av stationerna ligger bland annat Järfälla kommuns program för Barkarbystaden, som arbetats fram i tät dialog med Stockholm läns landstings förvaltning för ny tunnelbana. Programmet innehåller anpassningar av tunnelbanans ytanläggningar till kommande bebyggelse och vice versa.

Flera olika alternativa lägen för Barkarbystadens uppgångar har studerats. Alternativen har valts bort med hänsyn till för stort utrymme under mark, fler rulltrappor och hissar, sämre dagsljusförutsättningar, sämre lägen i staden, försämrad tillgänglighet, dyrare sprängningsarbeten, längre installationsvägar och komplicerade förutsättningar för samordning med kommande byggnader.

För uppgång Mälarbanan/pendeltågstation har olika utformningsalternativ studerats med hänsyn till kopplingar mellan tunnelbana, pendeltåg (fjärrtåg) och befintlig bebyggelse och planerad exploatering. Alternativen har valts bort antingen på grund av att de är för kostsamma eller för att lösningen blir otillräcklig ur ett resenärsperspektiv, till exempel med avseende på kopplingen mellan tunnelbana och pendeltåg.

I samband med den flytt av stationen som gjordes inom optimeringsarbetet som skedde under våren 2016 har även alternativet att ha den gemensamma biljetthallen under mark valts bort till förmån för en lösning där biljetthallen hamnar på bro. Detta är mindre kostsamt samt möjligt att genomföra då stationsläget för tunnelbanan hamnade ytligare i och med den nya spårsträckningen som togs fram.

För utrymningsvägen i Veddesta har flera alternativa lägen valts bort då den framtida uppgången (som sammanfaller med utrymningsvägen) behöver komma upp i ett läge där den inte medför hinder för framtida bebyggelse samtidigt som den hamnar centralt i den nya stadsdelen.

6.3.3 Underhåll, räddning och utrymning

Upphöjda gångbanor i spårtunnlar som medför enklare urstigning ur tåg har studerats men valts bort. Genomförda utrymningsberäkningar visar att utrymning på en upphöjd gångbana skapar sämre förhållanden för utrymmande personer eftersom de varma brandgaserna är tätare närmare taket, upphöjda gångbanor medför även fallrisker för personer som utnyttjar dessa då de inte kan utföras med skyddsräcken. Gångbanan behöver även anpassas i nivå till alla tvärtunnlar och växlar vilket i dessa lägen innebär urstigning till ett sluttande plan. Det skulle även innebära ett ökat berguttag i tunnlar och försvåra framtida drift- och underhållsarbete.

Separata angreppsvägar på stationer har valts bort med motivet att det praktiskt och underhållsmässigt inte bedöms effektivt samt att de ofta är svåra att lokalisera för räddningstjänsten. Huvudsakliga angreppsvägar på stationer är ordinarie entréer. Det finns även möjlighet för räddningstjänsten att nå stationen från servicetunneln, på de sträckor där det finns servicetunnel.

6.4 Arbetsmetoder

Möjligheten att använda arbetsmetoden TBM, alltså tunnelborrning, för att genomföra projektet har studerats men avfärdats. TBM har inte bedömts som lämplig metod att använda i detta projekt främst utifrån följande motiv:

- Tunneln innehåller flera olika tunnelstorlekar, medför flera olika storlekar på TBM.
- Det finns inget påslagsläge för spårtunnlar i markytan som ger enkel start på TBM-tunnel.
- Det är relativt korta sträckor för respektive tunneltyp.
- Leveranstiden på en TBM är för lång för detta projekt.
- Projektets typsektioner är inte optimerade för TBM-tunnlar.
- 2 enkelspårstunnlar, som behöver anläggas vid TBM-drivning, ger låg flexibilitet gällande växelspår.

När det gäller miljöpåverkan mellan drivning med borrning och sprängning respektive TBM skiljer de sig huvudsakligen åt enligt nedan:

- Bergmassorna från TBM-drivning är inte lika lämpligt att använda för att bygga vägar och som fyllning vid husbyggnationer. Vid TBM-drivning behöver också betydligt mer berg tas ut, då tunnlar har ett runt tvärsnitt.
- Vid TBM-drivning uppkommer inte sprängningsinducerade vibrationer. Däremot uppkommer vibrationer från borrningen.
- Buller och stomljud uppkommer både vid TBM-drivning och vid drivning med borrning och sprängning. Vid TBM-drivning är dock ljudet mycket mer monotont och ihållande än vid drivning med borrning och sprängning.

Möjligheten att täta berget med förinjektering är mindre vid TBM-drivning, vilket ger en större skadlig grundvattenpåverkan under byggtiden. Påverkan under drifttiden beror på ifall tunnlar kläs in i betong. Detta är dock mycket kostnads- och tidskrävande vid drivning med borrning och sprängning.

7 Konsekvenser av grundvattenbortledningen

7.1 Generella konsekvenser av grundvattenbortledning

Generella konsekvenser av grundvattenbortledning

- Om grundvattenytan oförsiktigt sänks kan exempelvis byggnader i ett lerområde sätta sig. En sättning kan ge sprickor i väggar eller kärvande dörrar. Även ledningar kan påverkas av sättningar och skadas.
- Förändringar av vattnets strömningsbild kan göra så att markföroreningar flyttar på sig eller naturmiljöer förändras.
- En viktig del av utredningsarbetet har varit att identifiera var negativa konsekvenser kan ske, samt att föreslå skyddsåtgärder för att förhindra dessa.

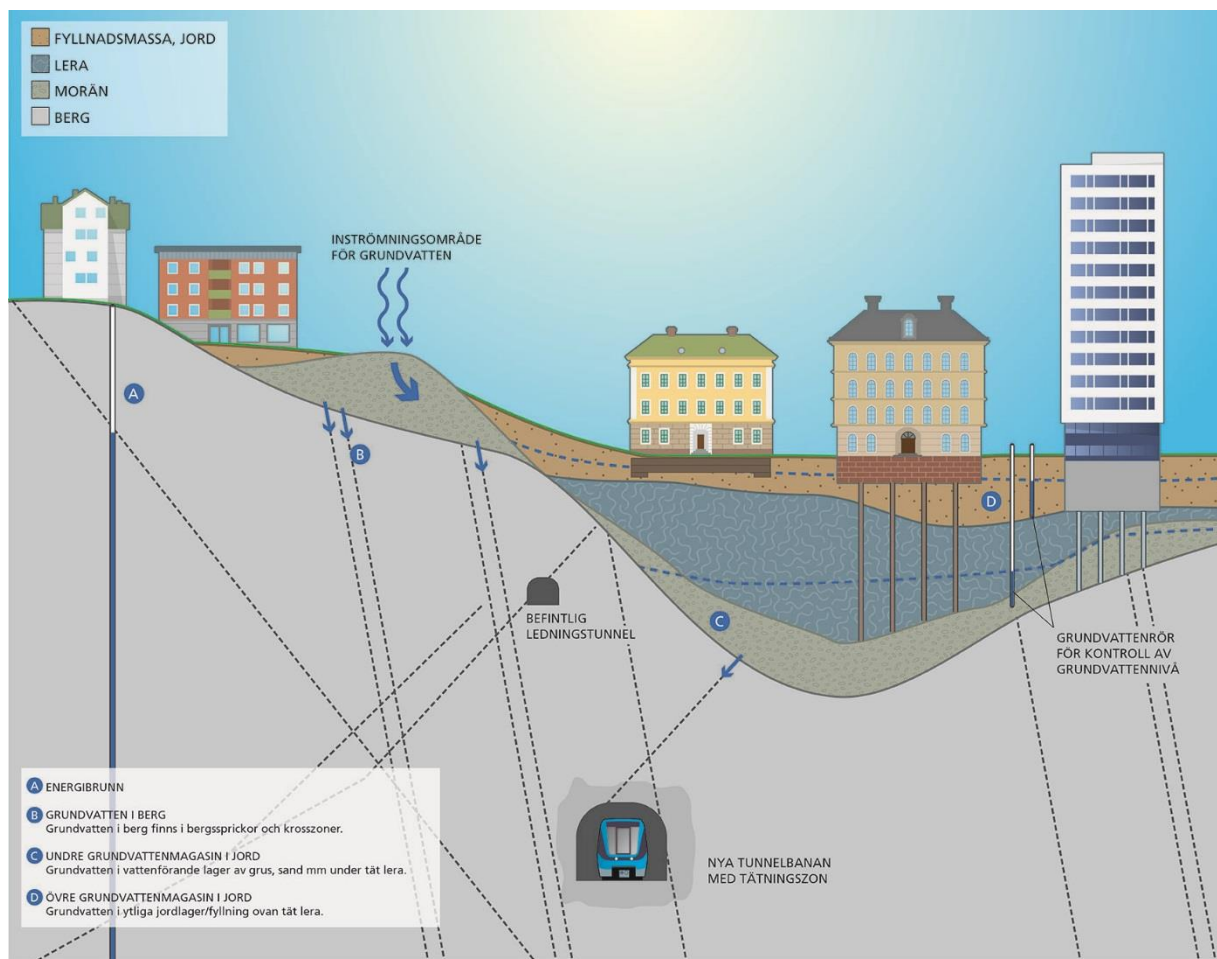
I detta avsnitt beskrivs *allmänt* vad som kan inträffa vid grundvattensänkning. Arbetet med analyser och skyddsåtgärder syftar till att minimera eller helt ta bort dessa konsekvenser.

Grundvatten förekommer dels i sprickor och spricksystem i berggrunden samt i lösa jordlager. Hur mycket vatten som finns i berget är beroende av sprickornas storlek och systemets omfattning. Grundvatten förekommer i alla typer av jord, men det är sorterade jordar som kan magasinera och också släppa ifrån sig större volymer vatten. Magasinet i jord kan vara slutet eller öppet. Ett slutet magasin förekommer under en tät jordart så som lera medan för ett öppet magasin saknas tätande lager.

Grundvattenbildningen till berget sker från sprickor i bergpartier där berget går i dagen eller genom kontakt mellan berg och vattenförande jordlager medan grundvattenbildning till jord sker direkt från nederbörd. Grundvattenbildningen till jord och berg är beroende av topografin, jordarternas vattengenomsläpplighet, storleken på nederbörden och evapotranspirationens andel av den totala nederbörden och ytavrinningens storlek. Ytavrinningen i sin tur är beroende av topografi, jordartens infiltrationskapacitet och aktuell markanvändning.

Grundvattenbildningens storlek varierar under året. Vid snösmältningen sker en vattenfyllnad av markvattenzonen så att grundvatten kan bildas. Då temperaturen stiger under våren ökar också avdunstningen och under april-maj är avdunstningen större än nederbörden och någon grundvattenbildning sker inte annat än vid en ordentlig rotblöta som kan mätta markvattenzonen. Under hösten minskar avdunstningen igen och markvattenmagasinet fylls på och grundvatten kan bildas. Detta innebär att grundvattennivån ofta varierar med året.

Den största delen av det grundvatten som går ned i berg bildas i jordlagren. Ett uttag i berget, exempelvis i form av inläckage till en tunnel, medför en ökad grundvattenbildning vilket sker på bekostnad av en reducering av ytavrinningen. Även grundvattenavrinningen minskar vid ett uttag. Grundvattenbortledningen vid en tunnel är väldigt liten jämfört med den totala avrinningen men kan ändå påverka trycknivåer i friktionsjord som underlagrar lerområden (Figur 30).



Figur 30. Konceptuell modell över grundvatten i berg och jord.

Inläckaget till en bergtunnelanläggning bestäms av vattengenomsläppligheten, främst i berggrunden och i kontakten mellan berg och jord, och av mängden tillgängligt vatten, alltså grundvattenmagasinets och grundvattenbildningens storlek. Inläckaget är även beroende av tunnelns djup under grundvattenytan samt tunneltätningens utförande. Tunnelns diameter har en viss men mindre betydelse för inläckagets storlek.

Med ett ökat djup på tunneln ökar grundvattentrycket och således inläckaget jämfört med ett ytligare alternativ. Därmed ökar både påverkansområdet och grundvattennivåsänkningen med djupet.

Påverkansområdet blir i teorin störst i lägen där tunneln går igenom lågpunkter i landskapet där ett tätande jordlager medför en begränsning i grundvattenbildningen i direkt anslutning till tunneln.

7.1.1 Sättningar i mark

Risk för sättningar finns främst inom sättningsskänliga lerområden inom influensområdet, men det är byggnadens grundläggning som avgör om en byggnad kan påverkas eller inte. Inläckaget i tunneln sänker grundvattennivån i bergets sprickor, som kan resultera i sänkt grundvattennivå i

friktionsjorden (så kallat undre grundvattenmagasin) som överlagrar berget. En sådan sänkning av grundvattennivån kan leda till att leran som överlagrar friktionsjorden trycks ihop (konsolideras) på grund av en minskning av portrycket i leran.

7.1.2 Skador på byggnader och anläggningar

Vid sättningar kan exempelvis sprickor uppstå i byggnaders fasader och i värre fall, skador i bärande konstruktioner.

Större och tyngre bebyggelse är normalt grundlagd på sådant sätt att skador orsakade av sättningar inte uppstår. Detta gäller även större och känsliga ledningar. Det är företrädesvis mindre och lättare bebyggelse samt klenare ledningar som har grundläggning som kan vara känslig för grundvattenpåverkan.

För byggnader som har grundläggning med träkonstruktioner (tråpålar eller rustbäddar) kan en grundvattennivåsänkning medföra att konstruktionerna ruttnar och förstörs då syre får tillträde. En konsekvens kan även då bli att skador uppstår i byggnaders fasader (sprickor med mera) och i värre fall skador i bärande konstruktioner.

Ledningar för el- och tele/bredband bedöms inte vara känsliga för mindre sättningsrörelser.

Större vatten- och fjärrvärmeledningar är så tunga att de behöver vara grundlagda på eller ned till fast jordart eller berg när de är förlagda inom ett sättningskänsligt område för att inte riskera att skadas.

7.1.3 Skador på brunnar

Uttagskapaciteten av vatten för en brunn avgörs av grundvattentillrinning och brunnens magasineringsförmåga, det vill säga hur mycket vatten som ryms i brunnen och som kan användas under kortvariga stora vattenuttag. Vattenkvaliteten avgörs av grundvattnets beskaffenhet, brunnens utförande och närliggande verksamhet som exempelvis jord- eller skogsbruk och avloppsanläggningar. Sänkta grundvattennivåer i berg eller jord kan som effekt i enskilda brunnar ge minskad uttagskapacitet. Effekten i energibrunnar kan bli minskat effektuttag.

Konsekvensen för enskilda brunnar är att vattenförsörjningen inte kan upprätthållas samt att kvalitetsförsämringar som påverkar användningen av vattnet kan uppstå.

Värmeöverföringen i en energibrunn mellan omgivande berggrund och kollektorslangar sker genom vattnet i brunnen. Kollektorslangarna är anpassade efter bostadens behov och brunnens djup. Konsekvensen vid en mindre grundvattensänkning är att det minskar kontakten mellan kollektorslangen och vattnet, vilket medför att värmepumpsanläggningen får en större elförbrukning för att uppnå samma effekt.

7.1.4 Spridning av föroreningar

Grundvattenbortledning från tunnlar kan medföra att föroreningar sprids med grundvattnet. Dels kan redan förorenat grundvatten spridas till andra ställen, dels kan ändrad grundvattennivå och grundvattenströmning utlösa en föroreningssituation för grundvattnet. En sänkt grundvattennivå påverkar markförhållandena och markprocesserna på ett sådant sätt att utlakningen av föroreningar kan öka. Konsekvensen beror av föroreningens typ och omfattning.

7.1.5 Natur-, kulturobjekt och fornlämningar

Olika naturtyper är olika känsliga för grundvattennivåsänkningar. Träd och markvegetation på fast mark utnyttjar främst markvattnet i jordlagren, som fylls på av nederbörd och snösmältning. Överskottet som inte tas upp av växterna eller avdunstar bildar grundvatten.

Om vattenförhållandena förändras så att mängden växttillgängligt vatten minskar eller ökar i olika biotoper kan det innebära påverkan och effekt på naturvärden. Konsekvensen av de ändrade vattenförhållandena kan generellt vara förändrad tillväxt, förändrad konkurrens mellan arter och att vissa arter försvinner medan andra gynnas.

I våtmarker och fuktiga marker där grundvattenytan ligger nära ytan kan generellt sett en avsänkning av grundvattenytan påverka naturtyperna till att ändra karaktär vilket i sin tur kan påverka eventuella naturvärden negativt om de är knutna till den fuktiga miljön. Exempelvis kan en sumpskog som har höga naturvärden knutna till sig, påverkas negativt om markförhållandena blir torrare. Om miljön blir torrare riskerar arter knutna till det speciella mikroklimatet och de fuktiga markförhållandena med tiden att försvinna. Om det dessutom finns naturvärden knutna till exempelvis lövträd riskera dessa också att påverkas om marken blir torrare genom att granen får det lättare att växa till sig vilket konkurrerar ut lövträden. I öppna våtmarker och små dammar/vattensamlingar kan den negativa påverkan bli stor vid en grundvattennivåsänkning om det medför att vattentillförseln till dessa miljöer minskar.

Friska marker bedöms vara betydligt mindre känsliga för grundvattensänkningar. På friskare skogsmark kan rötter ibland nå ner till grundvattenytan och det bedöms därför finnas en liten känslighet mot grundvattensänkningar. En eventuell avsänkning av grundvattenytan kan i dessa fall medföra att de friska markerna går mot torrare förhållanden med en långsam förskjutning av konkurrensförhållanden mellan trädarter. Denna förändring bedöms vara mycket långsam och påverkar sannolikt inte naturvärden knutna till dessa miljöer negativt.

Kulturmiljö och fornlämningar kan påverkas främst av sättningar. En sänkt grundvattenyta kan också medföra att eventuella lämningar med organiskt material eller kulturhistoriskt viktiga byggnader, som grundlagts på träpålar eller innehåller andra byggdelar med trä, kan utsättas för en ökad nedbrytning av trämaterialiet.

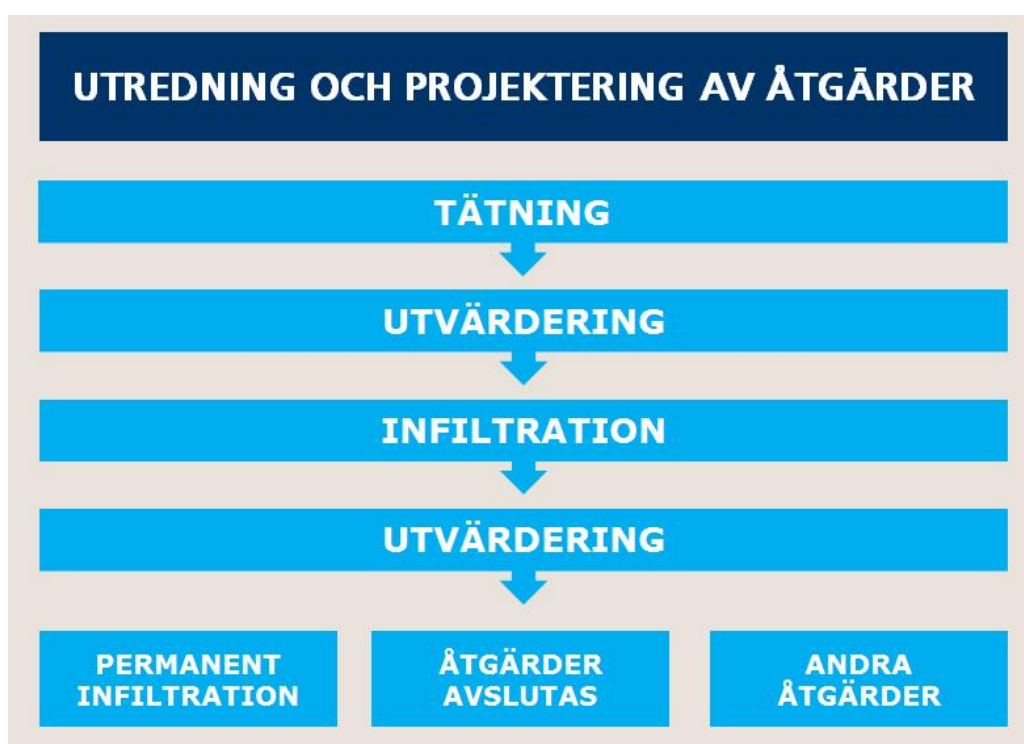
7.1.6 Radon

Radon är en färg- och luktlös ädelgas, tyngre än luft, som förekommer naturligt i mark och vatten. Radon i bostäder kommer från mark, byggnadsmaterial eller hushållsvatten. Radonhalten varierar naturligt såväl under året som under dygnet. Störst risk för radonproblem i bostaden föreligger där egen bergborrad brunn används som vattentäkt, genom att radon från berget förs över till grundvattnet och därefter förs in i bostaden. Teoretiskt kan även förändring av spridningen av radon ske genom att grundvattenytan sänks och radonen istället transporteras genom diffusion via luften i de sprickor som dränerats. Emellertid är sådana sprickor så sparsamt förekommande och förväntade grundvattennivåsänkningar relativt små i de områden som tunnelbanan byggs ut i varför risken för spridning av radon är försumbar. Denna aspekt behandlas därför inte ytterligare i denna miljökonsekvensbeskrivning.

7.2 Skadeförebyggande åtgärder

För att underlätta arbetet med hanteringen av risker för miljöpåverkan och för att få ett likartat arbetssätt vid projektering och hantering inom alla utbyggnadsgrenar av tunnelbanan har SLL tagit fram en metodik för skadeförebyggande åtgärder. Se Figur 31.

Skador orsakade av sänkning av grundvattennivån uppkommer generellt långsamt. Strategin för de skadeförebyggande åtgärderna är att arbeta i steg, med flera olika skyddsåtgärder och med successiv utvärdering mellan varje steg. Arbetsgången rörande de skadeförebyggande åtgärderna kan sammanfattas i nedanstående figur. Utgångspunkten vid utredning och projektering av åtgärder är att minska risken för att skador uppkommer utan att kostnaden blir omotiverat hög.



Figur 31. Arbetsgången för hantering av skadeförebyggande åtgärder.

7.2.1 Tätning

Åtgärder för tätning av schakt i jord under byggtiden ska utgå ifrån konventionella byggmetoder. Utgångspunkten är att tillfälliga stödkonstruktioner som behövs under byggtiden ska vara täta. Detta kommer emellertid inte att kunna uppnås på alla platser, vilket leder till att andra åtgärder, som exempelvis infiltration, kan behöva utföras för att motverka grundvattennivåssänkningar vid känsliga objekt.

Utgångspunkten är att tätningen av bergtunnlarna i första hand ska utföras med cementinjektering. Injekteringen utförs som förinjektering som anpassas till de geologiska och hydrogeologiska förhållandena. Om förinjekteringen inte fungerar tillräckligt bra kan efterinjektering behöva utföras. Vid speciellt komplicerade passager kan kemiska tätningsmedel

behöva användas. SLL kommer att ta fram en rutin för val och hantering av kemiska injekteringsmedel. Rutinen utgår från Trafikverkets krav och arbetssätt i Trafikverkets kemikaliegranskningsfunktion.

SLL kommer att säkerställa att injekteringen styrs så att den uppnår uppsatta mål/krav för täthet.

7.2.2 Infiltration

För att undvika skadliga grundvattennivåsänkningar längs tunnellen kan skyddsinfiltration utföras vid skyddsobjekt (grundvattennivåkänsliga objekt inom influensområdet). För varje skyddsobjekt kommer det att finnas mätpunkt/er för grundvattennivå. Till dessa mätpunkter tas det fram åtgärdsnivåer, som används för att styra när och i vilken omfattning infiltration eller andra skyddsåtgärder behöver ske. Infiltrationen utförs under byggtiden huvudsakligen i jord med vatten från kommunala ledningsnätet. Infiltration kan även behöva ske utanför temporära stödkonstruktioner under byggtiden, för att om möjligt undvika grundvattennivåsänkningar från öppna schakt.

Innan infiltrationen påbörjas genomförs en fuktbesiktning av aktuella byggnader i närheten av infiltrationsanläggningarna. Detta för att dokumentera statusen på källare och för att upptäcka eventuella fuktproblem innan infiltrationen startar. Detta är viktig information vid en eventuell senare skadereglering.

Specifikt för detta projekt gäller att skyddsinfiltration kommer förberedas som åtgärd för att motverka grundvattentrycknivåsänkningar friktionsjorden som underlagrar sättningsskänsliga lerområden där mäktigheten av leran är så stor att sättningar annars kommer att bildas. Skyddsinfiltration genomförs i första hand i jord i anslutning till anläggningen eller nära de känsliga objekten. Skyddsinfiltration kommer nyttjas som åtgärd dels under byggtiden, men eventuellt även under drifttiden. Under byggtiden kommer skyddsinfiltration nyttjas i samband med anläggandet av de temporära schakter i jord som krävs för att anlägga erforderliga uppgångar, ventilationsschakt m.m. När väl dessa uppgångar och schakt är anlagda blir dessa konstruktioner täta varför skyddsinfiltration för dessa schakt kan avslutas eller minskas i omfattning.

Längs med tunneln passeras ett antal identifierade riskområden där skyddsinfiltration kan bli aktuellt under både bygg- och drifttiden. Den sammanlagda grundvattenbortledningen bedöms dock inte vara större än att sättningsskador på befintliga vägar, VA-anläggningar och byggnader kan förhindras genom skyddsinfiltration.

För delsträcka 1 (Figur 7) kan skyddsinfiltration bli aktuellt vid främst 15+700 där lerdjupet är som störst (omkring 8-10 meter).

För delsträcka 2 kan skyddsinfiltration bli aktuellt vid främst 17+900 – 18+200. För övrig sträcka bedöms risken som liten då lerans mäktighet generellt sett är begränsad.

För delsträcka 3 kan skyddsinfiltration bli aktuellt längs med en relativt stor del av sträckan. Det gäller särskilt vid längdmätning omkring 18+100 – 18+300 samt från i området vid cirka 18+700 – 18+900. Skyddsinfiltrationen för delsträcka 3 kommer SLL särskilt att beakta, där stora lermäktigheter förekommer med stora risker för sättningar om grundvattennivåförändringar erhålls, samt befintlig järnväg, motorväg/E18, större vägar samt VA-ledningar som finns i detta område.

7.2.3 Andra åtgärder

Det finns åtgärder som kan vidtas om infiltration och tätning inte bedöms vara tillräckligt, eller om det är uppenbart att nyttan av sådana åtgärder är liten. Ett exempel kan vara att mindre sättningar i gatumark eller i källargolv kan repareras istället för att inrätta en permanent infiltration.

De brunnar längs tunnelbanans utbyggnad som kan påverkas av sänkta vattennivåer är i princip uteslutande energibrunnar. SLL planerar att mäta grundvattennivån i brunnarna under byggtiden och att vid behov åtgärda eventuell permanent påverkan på brunnarna i efterhand.

7.3 Influensområde och inläckage

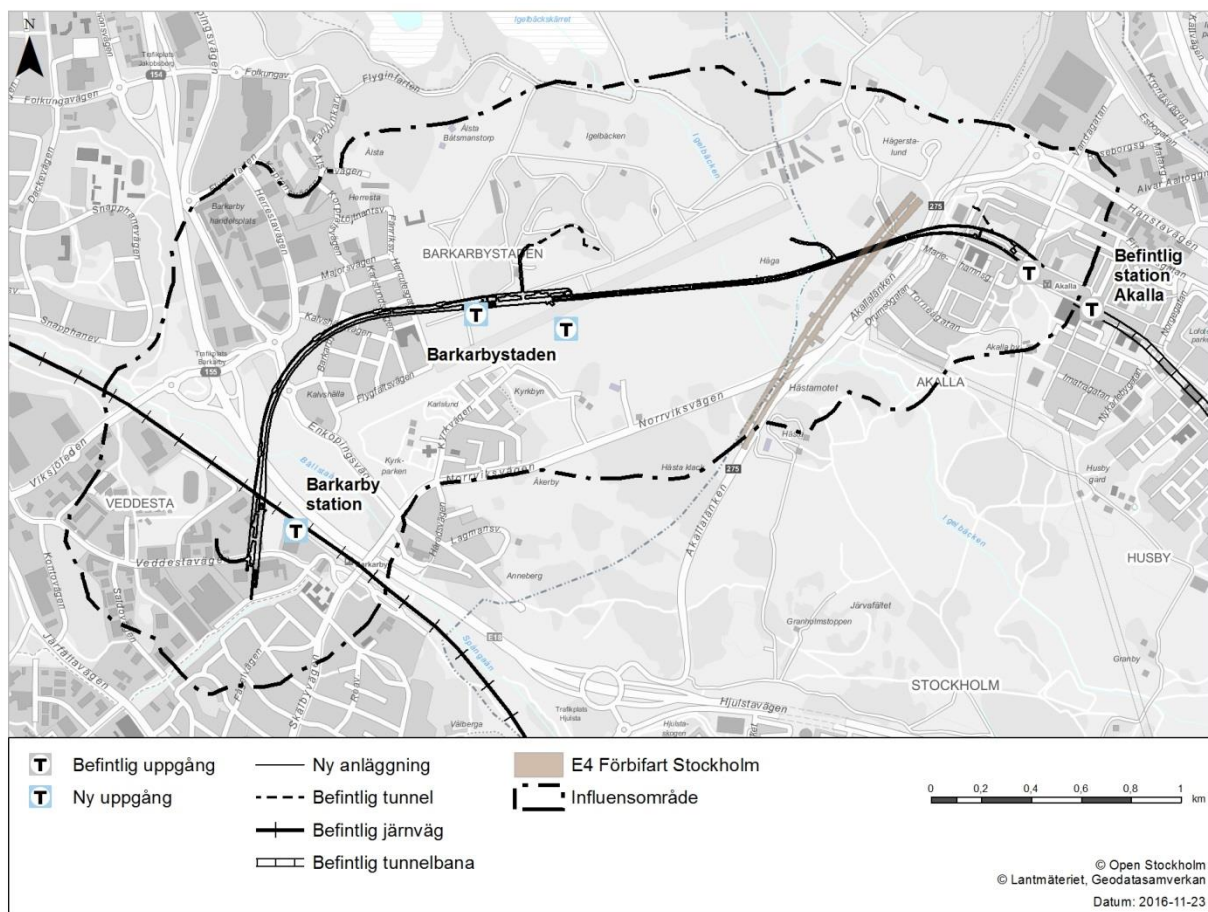
7.3.1 Influensområde

Ett influensområde som avgränsar projektets påverkan på grundvattensituationen har tagits fram, i huvudsak baserat på kunskap från följande förhållanden:

- Identifierade grundvattenmagasin
- Fasta vattendelare och topografiska förhållanden
- Områden med bedömd högre grundvattenbildning, framförallt högre liggande fastmarksområden
- Grundvattenmodellerings resultat, inklusive känslighetsanalys
- Provpumpningar

Influensområdet redovisas i Figur 32. Utbredningen i öster är i huvudsak avgränsad utifrån topografi, fastmarksområden och de identifierade grundvattenmagasinens begränsning. I nordöst, mot Hansta, baseras influensområdet på grundvattenmagasinens utbredning samt genomförd provpumpning. I norr i första hand på fasta vattendelare och topografi. I västra och sydvästra delen av influensområdet har topografi och fastmarksområden varit styrande. Detsamma gäller för avgränsningen längs med influensområdets södra del där även identifierade vattendelare har varit styrande. Detsamma gäller för avgränsningen längs med influensområdets södra del där även identifierade vattendelare har varit styrande.

Utöver dessa fakta har dessutom genomförda modelleringsresultat nyttjats, men inte varit styrande, för avgränsningen av influensområdet. Vid en analys av influensområdets känslighet för olika inläckage visade grundvattenmodelleringen att utbredningen av grundvattensänkningen i jord och berg inte påverkas i någon högre grad. Det innebär att bedömningen av influensområdets utbredning anses vara på den säkra sidan. Vid upprättande av grundvattenmodellen har Förbifart Stockholms planerade anläggning lagts in, i syfte att studera den kumulativa påverkan avseende avsänkningar och inläckage. Influensområdet i figurerna representerar det område inom vilket detta projekt kan påverka.



Figur 32. Influensområdet.

7.3.2 Inläckage

Inläckagets storlek har beräknats analytiskt samt med stöd av den grundvattenmodell som ställts upp för projektet. Dessa beräkningar har utgått från de parametervärden som bestämts i de hydrogeologiska och bergtekniska undersökningar som genomförts under 2015. Samtidigt har då områden känsliga för avsänkning identifierats, där sannolikheten för skyddsinfiltration är högre och mer omfattande förinjekteringsåtgärder bör vidtas. Vidare påverkar anläggningens geometri, djup från markytan samt jordlagerföljden och topografin beräkningarna av inläckagets storlek. Dessa omständigheter är för projektet relativt väl kända. Trots detta är beräkningarna behäftade med osäkerheter då de geologiska förhållandena är svåra att beskriva i detalj, således redovisas intervall för både beräknade inläckage och prognostiserade grundvattentrycksänkningar.

Det beräknade inläckagets storlek till spår- och servicetunnel varierar mellan cirka 1-14 liter/minut per 100 meter över sträckan, beroende av tunnelns utformning, läge i plan och djup samt antagen hydraulisk konduktivitet. Vid stationerna är inläckaget till spår- och servicetunnel något större, mellan, cirka 4-17 liter/minut per 100 meter beroende på vilken täthet berget respektive injekteringen antas ha. Utöver dessa inläckage tillkommer inläckage vid uppgångarna vid respektive station. För uppgång Barkarby station är det beräknade inläckaget 4-6 l/min och vid Barkarbystadens stationsuppgångar 3-5 l/min. Inläckagevärdena varierar beroende på vilken hydraulisk konduktivitet som ansatts på berget och vilken tätning som antas kunna uppnås. Modellerade och analytiskt beräknade värden sammanfaller relativt väl och bedömningarna bedöms som robusta.

Det totala inläckaget för hela anläggningen under drifttiden, inklusive arbetstunnlar och bergschakt, har beräknats till mellan 357 och 613 l/min (Bilaga C6). Baserat på erfarenheter från andra jämförbara anläggningar i Stockholm och i det aktuella området bedöms det totala inläckaget till cirka 520 l/min även om osäkerheter förekommer avseende bergkvalitet, svaghetszoner och möjlighet till injektering.

Nedan beskrivs beräknat inläckage för varje delsträcka under drifttiden. Grundvattenbortledningen är konservativt antagen och utan hänsyn tagen till att skyddsinfiltration med stor sannolikhet kommer nyttjas. De redovisade beräkningarna för delsträckorna är gjorda för det fall att vattnet leds bort från området.

Bedömning av effekter från inläckage till öppna schakt under byggtiden har endast utförts översiktligt. Det beror på att grundvattennivåsänkningar effektivt kan motverkas av infiltration och att storleken på inläckaget då inte har någon praktisk betydelse, detta gäller särskilt för delsträcka 1 där jorddjupen är relativt små och inga djupa schakt i jord planeras inom denna delsträcka.

Inläckaget längs med *delsträcka 1* är beräknad till 5-7 l/min/100 m för spårtunneln som här utgörs av två enkelspårstunnlar. För arbetstunnel A1 är inläckaget beräknat till mellan 1 och 2 l/min/100 m. Det totala inläckaget för hela delsträcka 1 är cirka 38-53 l/min.

Inläckaget till tunnelbanan minskar markant för de scenarion där Förbifart Stockholm räknas in; detta då även Förbifart Stockholm kommer ha en dränerande funktion och således leda bort delar av det tillgängliga grundvatten som annars dräneras bort via tunnelbanan. De båda projekten har en löpande dialog för att samverka kring bergtekniska, produktionstekniska såväl som hydrogeologiska frågeställningar för att samordna kommande arbeten och skyddsåtgärder.

Grundvattenbortledningen sker för denna delsträcka från delavrinningsområde 2 (i huvudsak från de östra delarna av 2B se Figur 11). Grundvattenbortledningen är konservativt antagen (hög konduktivitet och låg tätningsgrad) och utan hänsyn tagen till att eventuell skyddsinfiltration kan komma att nyttjas. Resultaten från vattenbalansberäkningarna (Bilaga C6) visar att cirka 8 procent av den totala avrinningen från hela delavrinningsområde 2 (dvs 2A och 2B) leds bort. Projektet kommer leda dräneringevatten, under drifttiden, till Bällstaån. Vattenbalansberäkningen visar dock det fall då dränvattnet leds bort från området.

Inläckaget av grundvatten till tunnelbanetunneln på denna delsträcka är av sådan storlek, i förhållande till den totala avrinningen, att påverkan på vattenbalansen i området till följd av bortledning av grundvatten endast bedöms resultera i små negativa effekter. Påverkan på grundvattenområdet i den känsliga dalgången norr om Akalla, bedöms inte ske. Bedömningarna är konservativa och har här heller inte tagit hänsyn till eventuell skyddsinfiltration eller eventuell återföring av dränvattnet till avrinningsområdet, som motverkar effekten av bortledningen.

Inläckaget längs med *delsträcka 2* är beräknad till cirka 10-17 l/min per 100 meter för spår och servicetunnlar, exklusive Barkarbystadens station. För arbetstunnel A2 är inläckaget beräknat till cirka 5-9 l/min per 100 meter. För arbetstunnel B1 är inläckaget beräknat till cirka 2-3 l/min per 100 meter. Inläckaget för båda uppgångarna vid Barkarbystadens station är beräknade separat och uppgår till omkring 4-6 l/min. Inläckaget till Barkarbystadens stationsområde (spår och servicetunnlar) är beräknat till omkring 4-16 l/min per 100 meter. Det totala inläckaget till stationen (inklusive uppgångar och arbetstunnel) uppgår till omkring 8-18 l/min per 100 meter. Det totala inläckaget för hela delsträcka 2 är omkring 227-373 l/min.

Grundvattenbortledningen sker för denna delsträcka från delavrinningsområde 1 och 2 som skiljs åt av en regional vattendelare vid cirka 17+300 meter. Grundvattenbortledningen är konservativt antagen och utan hänsyn tagen till att eventuell skyddsinfiltration kan komma att nyttjas.

Resultaten från vattenbalansberäkningarna visar att cirka 21 procent av den totala avrinningen från delområde 1 leds bort och cirka 8 procent från delområde 2.

Inläckaget av grundvatten till tunnelbanetunneln är av sådan storlek, i förhållande till den totala avrinningen, att påverkan på vattenbalansen i området till följd av bortledning av grundvatten endast bedöms resultera i små negativa effekter. Påverkan på grundvattenområdet i den känsliga dalgången norr om Akalla, bedöms inte ske. Bedömningarna är konservativa och har här heller inte tagit hänsyn till eventuell skyddsinfiltration eller eventuell återföring av dränvatten till avrinningsområdet, som motverkar effekten av bortledningen.

Inläckaget längs med *delsträcka 3* är beräknat till omkring 6-13 l/min per 100 meter för spår och servicetunnel (exklusive Barkarby station). För arbetstunnel C4 är inläckaget beräknat till omkring 3-6 l/min per 100 meter. Inläckaget för båda uppgångarna vid Barkarby station är beräknade separat och uppgår till omkring 4-6 l/min. Inläckaget till Barkarby stationsområde (spår och servicetunnel) är beräknat till omkring 6-15 l/min per 100 meter. Det totala inläckaget till stationen (stationen inkl. uppgångar och arbetstunnel) uppgår till omkring 8-18 l/min per 100 meter. Det totala inläckaget för hela delsträcka 3 är omkring 88-186 l/min.

Grundvattenbortledningen sker för denna delsträcka från delavrinningsområde 1. Grundvattenbortledningen är konservativt antagen och utan hänsyn tagen till att skyddsinfiltration kan komma att nyttjas. Resultaten från vattenbalansberäkningarna visar att omkring 21 procent av den totala avrinningen från delavrinningsområde 1 leds bort.

Inläckaget av grundvatten till tunnelbanetunneln är av sådan storlek, i förhållande till den totala avrinningen, att påverkan på vattenbalansen i området till följd av bortledning av grundvatten endast bedöms resultera i små negativa effekter. Bedömningarna är konservativa och har här heller inte tagit hänsyn till eventuell skyddsinfiltration som motverkar effekten av bortledningen.

7.4 Konsekvenser för mark, byggnader och anläggningar i jord

Konsekvenser: Mark, byggnader och anläggningar i jord

- Områden med sättningskänslig lera kan sätta sig utan skyddsinfiltration. Riskområden är området vid Barkarby station, väster om Barkarbystadens station, passagen med Akallalänken och vid Hägerstalund.
- I känsliga områden finns ett behov av att förbereda för skyddsinfiltration för att säkerställa att inga skadliga sättningar uppkommer.
- Utan skyddsåtgärder kan det bli måttligt till stora negativa konsekvenser på vissa delsträckor. Med skyddsåtgärder blir det inga eller små negativa konsekvenser.

7.4.1 Bedömningsskala

Nedanstående bedömningsskala används för bedömning av konsekvenser avseende både grundvatten i jord och grundvatten i berg.

Bedömningsskala känslighet

Låg känslighet: Områden där grundvattnet endast har en teknisk funktion och inte används som naturresurs, exempelvis för dricksvatten, samt inom områden som inte är sättningskänsliga eller områden utan potentiella riskobjekt.

Måttlig känslighet: Områden där grundvattnet endast har en teknisk funktion och inte används som naturresurs, exempelvis för dricksvatten, samt inom områden som är sättningskänsliga men där endast ett fåtal potentiella riskobjekt påträffas.

Hög känslighet: Områden där grundvattnet används som naturresurs, exempelvis för dricksvatten samt inom områden som är sättningskänsliga och där det förekommer ett flertal potentiella riskobjekt.

Bedömningsskala effekter

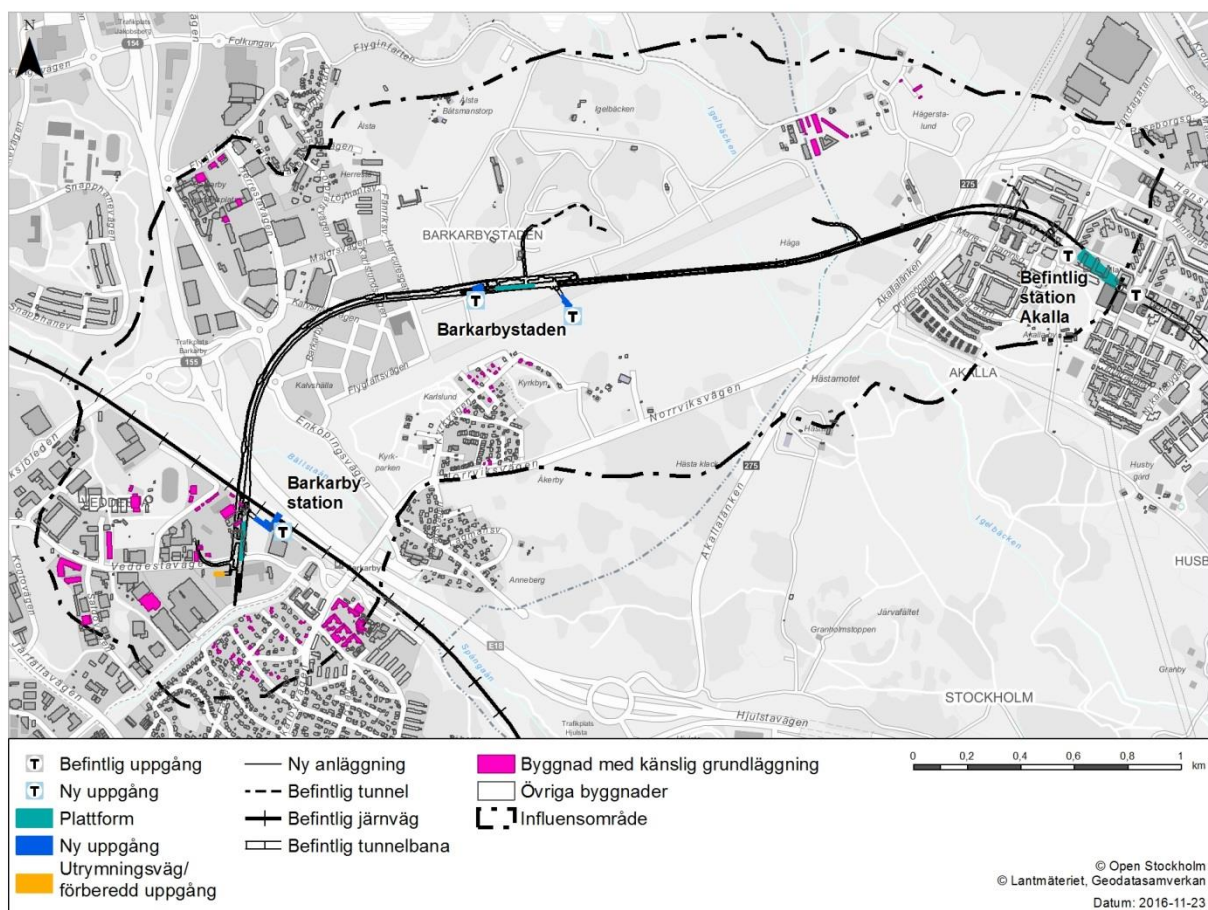
Stora negativ effekter uppstår om projektet genererar en påverkan på grundvattnet så att det inte kan användas som en naturresurs eller att ett flertal riskobjekt påverkas så att värdet eller skadan som uppkommit inte kan återskapas eller repareras.

Måttliga negativa effekter uppstår om projektet påverkar ett flertal riskobjekt men att värdet eller skadan som uppkommit kan återskapas eller repareras.

Små negativa effekter uppstår när projektet påverkar ett fåtal riskobjekt, men att värdet eller skadan som uppkommit kan återskapas eller repareras.

7.4.2 Känsliga objekt/områden

En indelning av byggnader känsliga för grundvattensänkning har gjorts i byggnader med grundläggning på lera och byggnader där grundläggningsuppgift saknas. Resultatet av inventeringen redovisas i detalj på separat karta. Figur 33 redovisas en översiktskarta, Bilaga C5 visar känslig grundläggning mer i detalj.



Figur 33. Byggnader med känslig eller okänd grundläggning.

Nedan redovisas känsliga anläggningar och inom vilken längdmätning de ligger. Delsträckor och längdmätning redovisas i Figur 7.

Känsliga anläggningar inom *delsträcka 1* är följande.

- | | |
|-----------------|--|
| 15+500 - 15+660 | Vatten-, avlopps-, spillvattenledning finns inom 200 meter från tunneln (Sibeliushöjden), grundlagd på lera. |
| 15+660 - 15+710 | Vatten-, avlopps- spill-, dagvattenledning korsar tunneln, grundlagd på lera. |
| 15+720 - 15+770 | Vatten-, avlopps- spill-, dagvattenledning korsar tunneln, grundlagd på lera. |
| 15+810 | Akallalänken korsar tunneln. |
| 15+850 | Vattenledning osäkert läge korsar tunneln, grundlagd på lera. |

Inom *delsträcka 2* finns följande känsliga ledningar.

16+450 - 17+500	Norrvattens vattenledning inom 200 meter.
17+400 - 17+740	Norra delen av Järfälla kyrkby (med tillhörande vatten- och avloppsledningar) finns inom 300 meter från tunneln.

Inom *delsträcka 3* finns följande känsliga ledningar och anläggningar.

18+400 - 19+050	Norrvattens vattenledning inom cirka 200 meter, passerar tunneln vid 18/650 (Denna sträcka är nyförlagd och jorden är förstärkt med kalkcementpelare. Kalkcementpelare installeras i lera och begränsar, men eliminerar inte sättningar).
17+850 – 18+550	Vatten- och avlopps-, spill-, och dagvattenledning finns nära tunnel och inom 200 meter avstånd. Pågående nyproduktion medför kontinuerlig utbyggnad av vatten, avlopp. Ledningarna har okänd förstärkning/grundläggning och betraktas därför som känsliga.
18+820	Passage av Bällstaån. Kulverteringen betraktas som känslig då den ligger i jord, sättningar kan även orsaka ändringar i bäckfåran.
18+750 - 18+950	Inom 200 meter finns Bällstaån som delvis är kulverterad (den kulverterade delen är jordförstärkt med kalkcementpelare).
18+850	<i>Passage av E18</i> (vägen är jordförstärkt med vertikaldräner och tryckbank. Förstärkningen är endast dimensionerad för befintlig last och tar inte hänsyn till sättningar).
18+900	Spillvattenledning korsar tunneln. Spillvattnet har okänd förstärkning/grundläggning och betraktas därför som känslig.
19+000	<i>Passage av Mälarbanan</i> (delvis förstärkt med kalkcementpelare).
18+950 – 19+150	Kontaktledningsfundament (Längs med järnvägen finns kontaktledningsfundament som delvis är anlagda genom platta på mark och delvis med kalkcement-pelare).
19+200 – 19+399	Vatten-, avlopps-, spillvattenledning finns inom 200 meter från tunnel. Ledningarna har okänd förstärkning/grundläggning och betraktas därför som känsliga.
19+220	Dagvattenledning korsar tunneln. Dagvattentunneln har okänd förstärkning/grundläggning och betraktas därför som känslig.
19+300 – 19+399	Vatten-, avlopps-, spillvattenledning korsar tunneln. Ledningarna har okänd förstärkning/grundläggning och betraktas därför som känsliga.

7.4.3 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att det inte blir någon grundvattensänkning med hänsyn till tunnelbanan under drifttiden. Däremot sker grundvattensänkning och skyddsåtgärder utifrån vad som beskrivs i handlingarna för Förbifart Stockholm. Med föreslagna åtgärder bedöms konsekvenserna för bebyggelse med grundvattenberoende grundläggning inte få någon negativ konsekvens. Anläggningar och större ledningar med grundvattenberoende grundläggning kan få en liten negativ konsekvens. Hårdgjorda ytor inom sättningskänsliga lerområden kan få små negativa konsekvenser.

Under byggtiden i övrigt i nollalternativet antas att skyddsinfiltration genomförs för bebyggelsen vid behov. Därmed blir det ingen negativ effekt och ingen negativ konsekvens på känsliga objekt vare sig tillfälligt under byggtiden eller varaktigt under drifttiden.

7.4.4 Utbyggt alternativ under bygg- och drifttid

Konsekvenserna nedan avser i första hand varaktiga förhållanden under driftsleddet. I delsträcka 3 kan byggtiden innebära tillfälliga större negativa effekter än drifttiden vilket då beskrivs specifikt.

Med stöd av grundvattenmodellen har avsänkningen i jord och berg beräknats. Beräkningarna har gjorts för tre olika scenarion. Scenarierna skiljer sig åt avseende bergets vattenledande förmåga och uppnådd tätningsgrad. Beräkningarna har utförts både för påverkan från enbart tunnelbanan men även för den kumulativa påverkan som den planerade tunnelbanan och Förbifart Stockholm resulterar i.

Den prognostiserade avsänkningen blir som störst utefter tunnellinjen med avsänkningar i friktionsjord upp till omkring 1-4 meter, ibland större, i det fall skyddsinfiltration ej nyttjas. För känsliga områden med stora lermäktigheter kommer därför projektet vara förberett för skyddsinfiltration. Grundvattensänkningen avtar sedan relativt snabbt på längre avstånd från tunneln.

Sammanfattningsvis kan sägas att områden med större lerdjup och sättningkänslig lera kan således komma att sätta sig utan skyddsinfiltration. Det gäller särskilt området vid Barkarby station men även inom lerområdet strax väster om Barkarbystadens station såväl som i lokala lersvackor vid passagen med Akallälänken och vid Hägerstalund. I dessa områden finns ett behov av att förbereda för skyddsinfiltration för att säkerställa att inga skadliga sättningar sker.

För *delsträcka 1* är den prognostiserade avsänkningen av grundvattentrycket i friktionsjorden cirka en till tre meter längs med denna delsträcka, lokalt upp till cirka fem meter i svackan vid och vid passagen av Förbifart Stockholm (kumulativ grundvattennivåavsänkning). Störst prognostiserad avsänkning erhålls vid området runt Akallälänken, norr om aktuell delsträcka. Den största avsänkningen erhålls när båda tunnarna är anlagda och den planerade tunnelbanan, Förbifart Stockholm och ytterligare en annan befintlig tunnel samverkar dränerande. Den kumulativa effekten från avsänkningen kan således bli relativt stor lokalt.

Vid passagen av Akallälänken där lerdjupet är som störst, cirka 8-10 meter, kan de prognostiserade grundvattentrycksänkningarna i friktionsjorden medföra sättningar om flera decimeter om skyddsinfiltration inte nyttjas. Den sammanlagda grundvattenbortledningen bedöms dock inte vara större än att sättningsskador på befintliga vägar, VA-anläggningar och byggnader kan förhindras genom skyddsinfiltration.

Inom delsträcka 1 bedöms känsligheten vara hög med hänsyn till bebyggelse och infrastruktur som löper längs med eller korsar delsträckan. På grund av risk för sättningsskador på befintlig infrastruktur bedöms avsänkningen av grundvattennivåer i jord resultera i måttligt negativa effekter längs med delar av sträckan om skyddsinfiltration inte nyttjas. Resultatande konsekvenser utan skyddsinfiltration bedöms där bli måttligt varaktiga under drifttiden. Genom att förbereda för skyddsinfiltration i de riskområden som identifierats (främst 15+700) bedöms projektet resultera i inga eller små negativa effekter. Med skyddsinfiltration bedöms de negativa konsekvenserna utebli eller bli små längs med hela sträckan.

För *delsträcka 2* är den prognostiserade avsänkningen av grundvattentrycket i friktionsjorden utan skyddsinfiltration under drifttiden cirka en till fyra meter längs med denna delsträcka. De största prognostiserade trycksänkningarna i friktionsjorden sker i området vid arbetstunnel A2 men är fortsatt cirka 3 meter i friktionsjorden till dess att stationen och stationsuppgångarna har

passerats varefter den beräknade avsänkningen minskar något. Lermäktigheterna längs med sträckan är dock begränsade, från 16+100 till strax väster om Barkarbystadens station varierar lermäktigheterna mellan 1 och 5 meter, varav den övre delen är av torrskorpekaraktär. Vid den regionala vattendelaren är lerdjupen som minst. Från stationens västra del och vidare västerut mot delsträcka 3 ökar lermäktigheterna till cirka 10 meter. Lokalt kan förekomma mindre områden där lermäktigheten är större.

Utan medräknad skyddsinfiltration finns risk för sättningar i samband med grundvattentrycksänkningar i friktionsjorden. Störst risk föreligger vid delsträckans västra del där lermäktigheterna ökar. För övriga sträckan bedöms risken som liten då lerans mäktighet generellt sett är begränsad. I området finns ytterligare två mindre områden där risk för sättningar föreligger; i) strax väster om stationen där lerdjupet är något större, omkring 5 meter samt ii) strax väster om Igelbäcken där lermäktigheten uppgår till drygt 5 meter (Bilaga C7). Den sammanlagda grundvattenbortledningen bedöms dock inte vara större än att sättningsskador på befintliga vägar, VA-anläggningar och byggnader kan förhindras genom skyddsinfiltration.

Inom delsträcka 2 bedöms känsligheten som helhet vara måttlig med hänsyn till ledningar och bebyggelse inom delsträckan. På grund av risk för sättningsskador på befintlig infrastruktur bedöms avsänkningen av grundvattennivåer i jord resultera i måttligt negativa effekter om skyddsinfiltration inte nyttjas. Resultatet av konsekvenser under drifttiden utan skyddsinfiltration kan bli måttlig. Genom att förbereda för skyddsinfiltration i de riskområden som identifierats (främst 17+900 – 18+200) bedöms projektet resultera i små eller inga negativa effekter under drifttiden.

Vad gäller *delsträcka 3* så är, utan medräknad skyddsinfiltration, den prognostiserade avsänkningen av grundvattentrycket i friktionsjorden cirka 1-3 meter, ibland större, längs med denna delsträcka. Då lermäktigheterna längs med denna delsträcka är stora, vid längdmätning 18+200 uppmot 10 meter och i höjd med längdmätning 18+950 uppmot 20 meter riskeras meterstora sättningar om inte skyddsinfiltration nyttjas. Här finns dessutom stora mäktigheter (lokalt mer än 10 meter) av friktionsjord med hög hydraulisk konduktivitet. Det finns dessutom en korrelation mellan utsträckningen av större lermäktigheter, stora mäktigheter av friktionsjord och identifierade svaghetszoner. Dessa strukturer kan potentiellt ge stora mängder grundvatten och kommunicera hydrauliskt över stora avstånd. Kunskapen om jordlagerföljden inom detta område är relativt god och friktionsjordens hydrauliska konduktivitet är bestämd genom slugtester och provpumpning i området nordost om Barkarby station. Ett större område med nedsatt bergkvalitet är dessutom verifierat genom kärnborrning i ett läge norr om stationsläget.

Den identifierade, större, svaghetszonen kan ha en högre hydraulisk konduktivitet än omgivande berg. Vid god hydraulisk kontakt med förekommande, mäktiga och genomsläppliga friktionslager, riskeras stora grundvattensänkningar med skadliga sättningar till följd. För att undvika större grundvattennivåssänkningar så att skadliga sättningar inte uppstår på näraliggande känsliga objekt (bland annat Mälarbanan och E18) behöver tätningsåtgärderna vara effektiva. Det gäller både permanenta och temporära konstruktioner. Utöver dessa skyddsåtgärder behöver även skyddsinfiltration utföras för att säkerställa att skadliga sättningar inte uppstår. De geotekniska egenskaperna är väl kända och hänsyn till detta tas i samband med exploateringen av området.

Störst risk för sättningar föreligger vid cirka 18+200 – 18+400, vid den identifierade sprickzonen norr om planerad station samt i området mellan cirka 18+600 – 18+800. För de känsligaste delarna kommer tätningsåtgärder, eventuellt bergförstärkningsåtgärder och skyddsinfiltration att anpassas för att förhindra en grundvattennivåssänkning där tunnelanläggningen korsar zonen.

Inom delar av *delsträcka 3* bedöms känsligheten vara hög med hänsyn till bebyggelse och viktig infrastruktur. På grund av risk för sättningsskador på befintlig infrastruktur bedöms avsänkningen av grundvattennivåer i jord kunna resultera i måttliga negativa effekter om skyddsinfiltration inte

nyttjas. Förutsatt att skyddsinfiltration i tillräcklig omfattning nyttjas i de riskområden som identifierats (främst 18+200 – 18+400 och 18+600 – 18+800) bedöms projektet resultera i små eller inga negativa effekter i områden med störst lerdjup och närhet till de större skyddsobjekten. Med skyddsinfiltration bedöms därmed också de negativa konsekvenserna utebli eller bli små.

7.5 Konsekvenser för anläggningar i berg

Konsekvenser: anläggningar i berg

- Grundvattennivån i berget kan komma att sänkas av flera meter, lokalt ned till tunneltaket om berget har en högre hydraulisk konduktivitet och är mer genomsläppligt.
- I området saknas bergborrade brunnar eller andra skyddsobjekt som kan skadas på grund av avsänkta förhållanden av grundvatten. Det blir inga negativa konsekvenser.

7.5.1 Bedömningsskala

Se bedömningsgrunder för Konsekvenser för mark, byggnader och anläggningar se avsnitt 0.

7.5.2 Känsliga objekt/områden

Det förekommer ett stort antal energibrunnar i småhusbebyggelsen inom influensområdet (Figur 34). Uppgifter avseende läge och kapacitet för borrade energibrunnar har hämtats från SGU:s brunnarsarkiv. Uppgifter om givna tillstånd till utförande av energibrunnar har hämtats från respektive kommun.

7.5.3 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att det inte blir någon grundvattensänkning i berg med hänsyn till tunnelbanan under drifttiden. Däremot sker grundvattensänkning och skyddsåtgärder utifrån vad som beskrivs i handlingarna för Förbifart Stockholm. I handlingarna har en brunn identifierats som inte bedöms påverkas negativt.

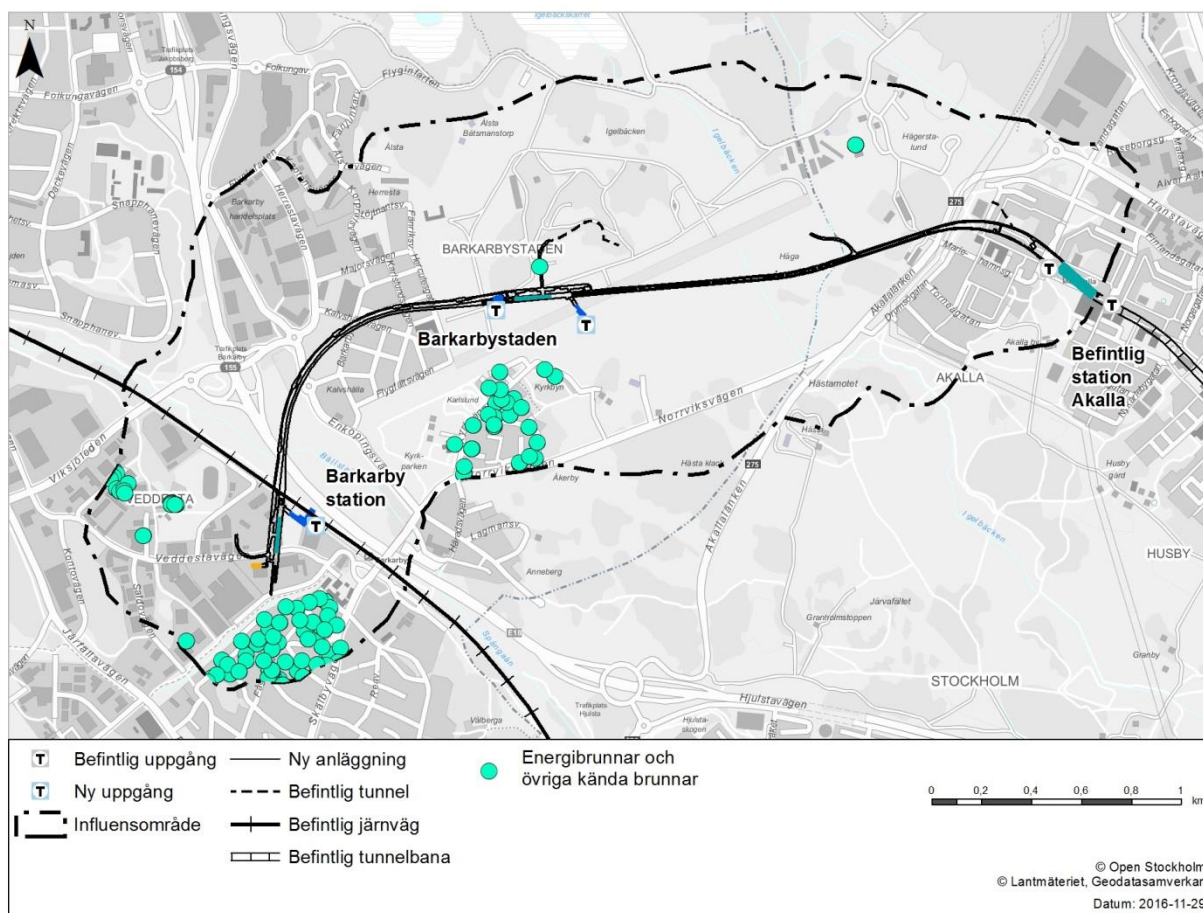
Under byggtiden i övrigt i nollalternativet antas att skyddsinfiltration genomförs för de känsliga objekt som identifierats. Därmed blir det ingen negativ effekt och ingen negativ konsekvens på känsliga ledningar eller grundläggning vare sig tillfälligt under byggtiden eller varaktigt under drifttiden.

7.5.4 Utbyggt alternativ under bygg- och drifttid

Inom *delsträcka 1* kommer grundvattentrycknivåerna i bergmassan närmast tunneln komma att sänkas av till dess dränerande nivå. Grundvattennivån i berget kommer att sänkas av flera meter, lokalt ned till tunneltaket om berget har en högre hydraulisk konduktivitet och är mer genomsläppligt. En större avsänkning av grundvattennivån kan ske då flera av varandra dränerande tunnlar, bland annat den planerade Förbifart Stockholm, ökar dräneringen kumulativt i området. Bergundersökningar strax öster om Akallälänken indikerar ett relativt tätt berg med lägre hydraulisk konduktivitet medan berget vid passagen Förbifart Stockholm synes vara något mer genomsläppligt.

Avsänkningen av grundvattennivåer i berg bedöms inte resultera i några negativa effekter. I området saknas bergborrade brunnar eller andra skyddsobjekt som kan skadas p.g.a. avsänkta förhållanden av grundvatten i berget.

I området saknas bergborrade brunnar eller andra skyddsobjekt som kan skadas på grund av avsänkta förhållanden av grundvatten i berget. Konsekvenserna av sänkningen av grundvattennivån i berg på delsträcka 1 bedöms därmed bli obefintliga.



Figur 34. Bergborrade brunnar (data från SGU och Järfälla kommun).

För *delsträcka 2* gäller att grundvattentrycknivåerna i bergmassan närmast tunneln kommer sänkas av till dess dränerande nivå.

Grundvattennivån i berget kan komma att sänkas av flera meter i direkt anslutning till tunnelinjen, samt lokalt ned till tunneltak i anslutning till uppgångarna vid stationsläget. Avsänkning ned till tunneltaket kan ske lokalt vid stationsläget i det fallet berget har en högre hydraulisk konduktivitet och är mer genomsläppligt. Grundvattennivåobservationer i jord indikerar dock idag ingen nämnvärd påverkan i det område där stationen ska anläggas.

Erhållna värden på hydraulisk konduktivitet visar på ett relativt genomsläppligt berg. Höga hydrauliska konduktiviteter i berget väntas dock inte bli särskilt problematiskt för denna delsträcka då skyddsobjekt avseende grundvattennivåsänkning i berg är mycket få i direkt

anslutning till tunneln.. Inom influensområdet finns energibrunnar vid Järfälla kyrkby söder om anläggningen men på ett avstånd om drygt 250 meter. Påverkan på grundvattennivån i bergborrade energibrunnar på det avståndet från tunneln bedöms inte ske. En energibrunn i anslutning till Fortifikationsverkets anläggning finns identifierad. Denna kan komma att påverkas men i så fall i mindre omfattning (genom några meters avsänkning).

Avsänkningen av grundvattennivåer i berg bedöms inte resultera i några negativa effekter. I området saknas bergborrade brunnar eller andra skyddsobjekt som kan skadas på grund av avsänkta förhållanden av grundvatten i berget. Därmed bedöms konsekvenserna av sänkningen av grundvattennivån i berg på delsträcka 2 att utebli.

För *delsträcka 3* kommer grundvattentrycknivåerna i bergmassan närmast tunneln sänkas av till dess dränerande nivå. Det innebär att grundvattennivån i berget kan komma att sänkas av flera meter, lokalt ned till tunneltaket i direkt anslutning till de planerade uppgångarna. Här kommer de relativt djupa bergschakten att dränera berggrunden och ovanliggande jordlager, särskilt i de områden där berget har en högre hydraulisk konduktivitet och är mer genomsläppligt. Bergborrningar och geologiska tolkningar visar minst en större svaghetszon strax norr om stationen samt en vid stationens mitt.

Erhållna värden på hydraulisk konduktivitet visar på ett relativt genomsläppligt berg. Höga hydrauliska konduktiviteter i berget väntas dock inte bli särskilt problematiskt för denna delsträcka då skyddsobjekt avseende grundvattennivåsänkning i berg är mycket få i direkt anslutning till tunneln. Inom influensområdet finns energibrunnar söder om stationen på ett avstånd om cirka 60 meter. Påverkan på grundvattennivån i bergborrade energibrunnar på det avståndet från tunneln bedöms som små.

Avsänkningen av grundvattennivåer i berg bedöms resultera i små eller inga negativa effekter. I området saknas bergborrade brunnar eller andra skyddsobjekt som kan skadas av avsänkta grundvattennivåer i berget. Det blir därmed inte några negativa konsekvenser.

7.6 Konsekvenser för spridning av föroreningar i grundvatten

7.6.1 Bedömningsgrund

Som bedömningsgrund av konsekvenser för spridning av föroreningar i grundvatten har projektet använt en riskvärderingsmodell. Det är spridningsrisken av föroreningar som kan påverka vattenkvaliteten på länshållningsvatten under byggtiden eller dränvattnet i tunneln under drifttiden som avgör konsekvenserna.

Modellen tar hänsyn till vilken bransch som kan ha förorenat området, vilken förorening som förekommer, föroreningens spridningsförutsättning och potential att lösa sig i vatten samt avstånd till planerat schakt och anläggning. För att bedöma föroreningarnas potential att skapa föroreningsproblem i undermarksanläggningar har Naturvårdsverkets förteckning som prioriterar ämnesgrupper i branschtypiska föroreningar använts.

7.6.2 Nollalternativ

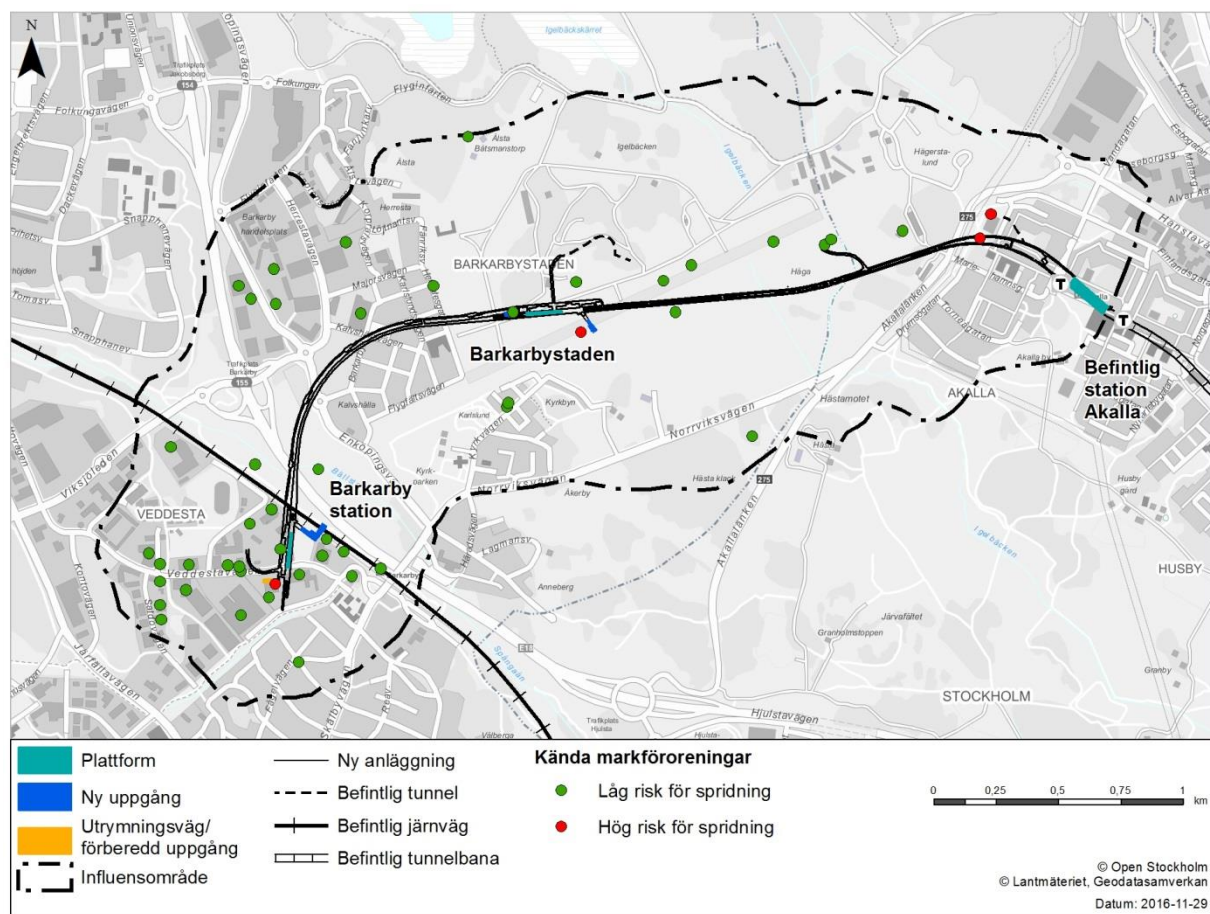
Nollalternativet innebär att det inte blir någon grundvattensänkning i berg med hänsyn till tunnelbanan under drifttiden. Däremot sker grundvattensänkning och skyddsåtgärder utifrån vad som beskrivs i handlingarna för Förbifart Stockholm. Vid tiden för inlämnandet av ansökan

bedömdes konsekvensen bli liten negativ med hänsyn till att grundvattenmagasinen i närområdet inte utnyttjas för vattenförsörjning.

Under byggtiden i övrigt i nollalternativet antas att delar av påträffade föroreningar i jord kan komma att schaktas bort även i nollalternativet vilket isåfall bedöms innebära små positiva konsekvenser för miljön utifrån att risken för föroreningsspredning minskar.

7.6.3 Utbyggt alternativ under bygg- och drifttid

Utförd klassning, avseende risk för spridning av föroreningar, visar generellt på en låg risk för hela området (Figur 35). Undantagen är området vid idrottsplatsen i Akalla och området vid den nedlagda flygplatsen där militär verksamhet har pågått samt ett område i Veddesta där det en historisk registrerad användning av trikloreten (TRI) har identifierats.



Figur 35. Resultat av genomförd markprovtagning och riskvärdering.

Orsaken till den högre riskklassningen vid idrottsplatsen i Akalla och området vid flygfältet är förhöjda halter av olja i marken vid flygfältet och förhöjda halter av olja i grundvattnet vid Akalla samt att föroreningarna inom båda områdena påträffats i fyllnadsmaterial utan underlagrande lera och i direkt anslutning till planerad schakt. I praktiken ses ingen risk med avseende på påverkan på grundvattnet eller mobilisering och spridning via grundvattnet från dessa två områden. Dels förekommer påträffade föroreningar i relativt låga halter, dels kommer de förorenade massorna att schaktas bort och källan till eventuell spridning kommer att försvinna. I Veddesta har förekomst av det klorerade kolvätet tetrakloreten (PCE) påvisats i låga halter som understiger riktvärdet för dricksvatten som Livsmedelsverkets anger i SLVFS 2001:30. Dessutom har 1,2,4-trimetylbensen påvisats i låga halter (1, 2, 4-trimetylbensen saknar dock riktvärde för

grundvatten). Orsaken till förekomsten har inte kunnat bestämmas. Vid jordschakt och bergsprängning i detta område finns viss risk för spridning av påverkat grundvatten.

Övriga ämnen som påträffats i grundvattnet men som enligt riskvärderingsmodellen hamnar i en låg risk är nickel, arsenik, bekämpningsmedlen atrazin och oxamyl samt PFOS och PFOA. Det grundvatten i vilket samtliga prover är tagna förekommer i jordprofilen ovan berg. För att detta vatten ska kunna spridas ned till tunneln måste det tränga igenom den bergtäckning som finns ovan tunneln. Detta innebär att en eventuell spridning av föroreningar i grundvattnet till tunneln kommer att ske mycket långsamt samtidigt som en stor utspädning av annat tillrinnande grundvatten sker. De halter som eventuellt kommer att finnas i det grundvatten som tränger in i tunneln kommer därmed att vara mycket låga. Innan inläckande vatten i tunneln når en utsläppspunkt till recipient kommer ytterligare utspädning att ske varför den föroreningshalt som påträffats i grundvattnet i utförd undersökning är försumbar och inte innebär någon negativ påverkan på naturmiljön.

Under byggtiden erhålls dock risk för negativa konsekvenser då risken för spridning och exponering temporärt ökar. Med upprättade kontrollprogram och skyddsåtgärder i form av miljökontroll bedöms konsekvenserna vara små för människors hälsa och naturmiljö.

Under drifttiden kan däremot positiva miljökonsekvenser för människors hälsa och naturmiljö erhållas då mängden förorening och risken för spridning kommer att minska i och med att förorenade massor transporteras bort från schaktområden.

7.7 Konsekvenser för naturmiljö – utsläpp av vatten

Konsekvenser: Utsläpp till vatten

- Under byggtiden leds vatten huvudsakligen till spillvattennätet. Omhändertagande och rening sker utifrån hur förorenat vattnet är. Reningsåtgärder sker huvudsakligen i form av sedimentering och/eller oljeavskiljning. Åtgärderna syftar till att undvika negativa konsekvenser för recipienterna. Skyddsåtgärder är speciellt viktiga då arbeten sker nära Igelbäcken.
- Med de skyddsåtgärder för dagvatten och beredskap för olyckor med utsläpp som planeras under byggtiden bedöms det inte uppstå några negativa konsekvenser för recipienterna.
- Under drifttiden leds dränvattnet från tunnlarna till Ballstaån. Vattnet är huvudsakligen rent och totalt sett liten volym. Det blir därmed inga negativa konsekvenser.

7.7.1 Bedömningsskala

Bedömningsskala värden

- **Låga värden:** Mindre ytvatten utan miljökvalitetsnormer som har begränsad betydelse för biologisk mångfald.
- **Måttliga värden:** Ytvatten med miljökvalitetsnormer och där den ekologiska statusen bedöms som måttlig, otillfredsställande eller dålig och kemiska ytvattenstatusen uppnår ej god status.
- **Höga värden:** Ytvatten med miljökvalitetsnormer och där den ekologiska statusen bedöms som hög eller god och/eller kemiska ytvattenstatusen uppnår god status.

Bedömningsskala effekter

- **Stora negativ effekter** uppstår till exempel när recipientens status försämras eller att möjligheten att uppnå miljökvalitetsnormerna försvåras. En sådan försämring får inte uppkomma utan behöver hanteras med skyddsåtgärder.
- **Måttliga negativa effekter** uppstår till exempel när ingående parametrar försämras men utan att någon överliggande kvalitetsfaktor får en lägre statusklass eller leder till att god kemisk status inte uppnås.
- **Små negativa effekter** uppstår till exempel när påverkan eller utsläppet är så marginellt att ingen av de ingående parametrarna försämras.
- **Små positiva effekter** uppstår till exempel när ytvattnets kvalitet förbättras i liten utsträckning eller när artmångfalden ökar i liten utsträckning. De ekologiska förutsättningarna i livsmiljöer förbättras i liten grad.
- **Måttliga positiva effekter** uppstår till exempel när ytvattnets kvalitet stärks eller när artmångfalden ökar. De ekologiska förutsättningarna i livsmiljöer förbättras.
- **Stora positiva effekter** uppstår till exempel när ytvattnets kvalitet förbättras i så stor grad att ytvattnets status förbättras till en högre nivå.

7.7.2 Riktlinjer för hantering av olika typer av vatten

Med dagvatten avses vatten som avrinner på ytan, exempelvis vägar, tak och naturmark, efter regn eller snösmältning. Både Järfälla kommun och Stockholms stad har riktlinjer för dagvattenhantering (se Tabell 3 och Tabell 4). Järfälla kommuns riktlinjer för dagvattenhantering fastställdes av Tekniska nämnden 2013-02-28 och Stockholms stads antogs i kommunfullmäktige 2015-03-09. Järfälla kommun håller på att ta fram nya riktlinjer vilka också redovisas i tabellen.

I policyn från Järfälla kommun finns krav utifrån följande rubriker:

- Dagvattnet ska omhändertas så att det inte riskerar att orsaka översvämningar av nedströms liggande områden.
- Dagvatten ska renas och fördröjas så nära källan som möjligt.
- Dagvatten ska avledas skilt från spillvattnet.
- Dagvatten ska inte medföra att recipientens status försämras eller att gällande miljökvalitetsnormer inte uppnås.

Tabell 3. Riktvärden* för totalfosfor och suspenderad substans för Bällstaån och Igelbäcken enligt Järfälla kommun. Förslag på nya riktvärden kursiva och inom parentes.

Avrinningsområde	Riktvärde*		Oljeindex (mg/l)
	Totalfosfor (µg/l)	Suspenderad substans (mg/l)	
Bällstaån	80	80 (<i>40</i>)	(<i>0,5 l</i>)
Igelbäcken	80	25	(<i>0,25</i>)

* Med riktvärde anses ett värde som om det överskrids medför en skyldighet för fastighetsägaren att vidta sådana åtgärder att värdet kan klaras.

Tabell 4. Riktvärden* för föroreningar i länshållningsvatten enligt Järfälla kommun.

Förorening/ enhet	PAH (µg/l)	Pb (µg/l)	Cd (µg/l)	Hg (µg/l)	Cu (µg/l)	Zn (µg/l)	Ni (µg/l)
µg/l	1	3	0,3	0,04	9	15	45

Tabell 5. Riktvärden* för föroreningar i dagvatten enligt Järfälla kommun. Förslag på nya riktvärden kursiva och inom parentes.

Förorening/ enhet	PAH (µg/l)	Pb (µg/l)	Cd (µg/l)	Hg (µg/l)	Cu (µg/l)	Zn (µg/l)	Ni (µg/l)	(Tot- Cr) (µg/l)
Bällstaån	1 (<i>0,05 BaP</i>)	3	0,3	0,04	9	15	45 (<i>6</i>)	15 (<i>8</i>)
Igelbäcken	1 (<i>0,025 BaP</i>)	3 (<i>1,5</i>)	0,3 (<i>0,15</i>)	0,04 (<i>0,02</i>)	9 (<i>4,5</i>)	15 (<i>7,5</i>)	45 (<i>3</i>)	15 (<i>4</i>)

* Med riktvärde anses ett värde som om det överskrids medför en skyldighet för fastighetsägaren att vidta sådana åtgärder att värdet kan klaras.

För länshållningsvatten har Järfälla kommun och Stockholm Vatten följande riktlinjer för hantering:

- Allt länshållningsvatten ska genomgå en lokal rening med minst slam- och oljeavskiljning.
- Efter lokal rening ska vatten, beroende av föroreningsgraden, avledas till en recipient eller till ett avloppsreningsverk.
- I utsläppspunkten ska angivna riktvärden vara uppfyllda.
- En beskrivning av miljöpåverkan ska fastighetsägaren lämna in till VA-huvudmannen

Vid större markarbeten ska reningskraven följas upp genom provtagning samt kontrollprogram. Avseende länshållningsvatten från sprängningsarbeten samt från upplag av sprängstensmassor kan, beroende på renings/processteknik och utsläppspunkter, ett kontrollprogram omfattar bland annat pH, kvävefraktioner, biologiska parametrar, olja, suspenderat material och vissa tungmetaller. För att kunna utföra ett relevant kontrollprogram krävs kunskap om verksamheten samt recipienterna.

I Tabell 6 anges riktvärden för länshållningsvatten vid utsläpp till Bällstaån och Igelbäcken samt för utsläpp till Stockholm Vattens spillvattennät enligt riktlinjer för länshållningsvatten från Järfälla kommun och Stockholm Vatten.

Tabell 6. Riktvärden för länshållningsvatten enligt Järfälla kommun och Stockholm Vatten.

	Oljehalt mätt som oljeindex	Suspenderad substans	pH	Total – fosfor	Total – Kväve
Bällstaån	0,5 mg/l	80 mg/l	6,5 -8	80 µg/l	2 mg/l
Igelbäcken	0,5 mg/l	25 mg/l	6,5 -8	80 µg/l	1,2 mg/l
Stockholm Vatten	50 mg/l	100 mg/l	6,5 -10		45 mg/l *

*Vid sprängning uppstår höga halter av kväve och när totalkvävehalten överstiger 45 mg/l (milligram/liter) tillkommer en avgift vid utsläpp till avloppsreningsverk.

7.7.3 Erfarenheter från andra tunnelprojekt

7.7.3.1 Erfarenheter från Citybanan under byggtiden

Citybanan har under byggtiden varit uppdelad i olika entreprenader och SLL har inhämtat erfarenheter från dessa. Trafikverket har för Citybanan använt samma teknik som SLL avser att använda för att rena länshållningsvattnet: sedimenteringscontainers, oljeavskiljning och pH-justering. Den största anläggningen, som var belägen vid Stockholms central, bestod av tre seriekopplade sedimenteringscontainers à 10 m³ (cirka 20 m² i total yta), varav den första innehöll en oljeavskiljare. Vattnet leddes via ett överfall till en fjärde container med nedsänkta dränpumpar för att lyftas till stadens spillvattennät och vidare till Henriksdals avloppsreningsverk.

Under projekt Citybanans byggtid har det skett uppföljning av flöde och vattenkemi på använt processvatten, inläckande grundvatten och utgående vatten. SLL har studerat vattenprover från den största reningsanläggningen vid Stockholm central. Vattenprover före rening visar att pH-värdet inte har behövt justeras (pH = 8,4). Halten suspenderade ämnen har i snitt reducerats med en reningseffektivitet på 40 procent. Vid halter av suspenderade ämnen över 100 mg/l har effekten

ökat till över 50 procent. Denna rening har varit tillräcklig för att klara de krav som Stockholm Vatten AB ställde på Trafikverket.

Vid andra utsläppspunkter i Citybanan har färre containers behövts (en eller två) för att klara av de angivna riktvärdena för utgående vatten till Stockholm Vatten AB:s avloppsreningsverk.

7.7.3.2 Erfarenheter från normal drift i Citybanan

Citybanan har under 2015 driftsatt anläggningens VA-station och släppt på vatten från de delar av tunneln som i princip ansetts färdigställda för drift. Provtagningen visar att den vattenkemiska statusen följer grundvattenkvaliteten i Stockholm. Provtagning på inkommande vatten till VA-stationen, alltså innan rening, visar att alla metall- och oljeföroreningar ligger under riktvärdena för Bällstaån. Även fosfor ligger under riktvärdena, medan samtliga prover visar ett pH och en kvävehalt över riktvärdena. Totalkvävehalten ligger strax över 4 mg/l med en viss avklingande effekt, sett över ett års tid. Det är sannolikt en kvarvarande effekt av sprängämnesrester från utsprängningen av tunnelarna. Resultaten visar också att halterna suspenderat material kontinuerligt ligger långt under riktvärdet.

7.7.3.3 Erfarenheter från befintlig tunnelbana i normal drift

Stockholms befintliga tunnelbana består av drygt 100 km spårtunnel. Vattnet i tunnelarna avleds med självfall genom spårbädd och dräneringsrör till lokala lågpunkter i tunnelarna. Tunnelväggar och -tak spolats en gång per år, varför bortlett vatten från tunnelarna, under största delen av året, enbart består av inläckande grundvatten och eventuellt förekommande dagvatten från tunnelmynningar. I lågpunkterna släpps vattnet antingen till underliggande dagvattentunnlar eller lyfts i tryckledningar från tunnelbanans 39 pumpstationer. Längs med spårdräneringen finns sandfång. Vid pumpstationerna finns mindre avsättningsmagasin, för sedimentering av större partiklar.

En pumpstation består av ett sandfång och ett avsättningsmagasin med pumpar. Pumparna är nivåstyrda och körs växelvis. Arean på ett avsättningsmagasin med sandfång (så kallad sumpgrop) varierar normalt mellan 5-20 m², med några enstaka undantag. Sandfånget upptar normalt 3-4 m² av arean.

Ett femtiotal vattenkemiska analyser har utförts i tunnelbanans pumpstationer och dräneringssystem, med varierande vattenkemiska analyser beroende på syfte med provtagning (Trafikförvaltningen 2016).

Analysresultaten från provtagning i tunnelbanan vid normal drift visar på halter i paritet med medianvärden för grundvatten i Stockholmsregionen (SGU 2013; Miljöförvaltningen i Stockholm 2013). En jämförelse visas i tabellen nedan. Några värden är något förhöjda, exempelvis koppar och fosfor. Halterna är dock lägre än exempelvis Järfälla kommuns riktvärden för länshållningsvatten till recipient.

Tabell 7. Analysresultat från vattenprovtagning i befintlig tunnelbana, vid normal drift, i jämförelse med medianvärden av grundvattenprover från bergborrade brunnar och grundvatten i jord i Stockholm.

Parameter	Enhet	Grundvatten i berg (bergborrade brunn inom region F, SGU rapport 2013:01) Median	Grundvatten i jord i Stockholm (Miljöförvaltningen i Stockholm 2013) Median	Normal drift, tunnelbanan Median
PAH-16*	µg/l	-	-	<0,5
Bly	µg/l	0,52	0,05	0,21
Kadmium	µg/l	0,01	0,024	<0,02
Kviksilver	µg/l	-	<0,002	<0,002
Koppar	µg/l	1	2	4
Zink	µg/l	19	4,4	6,4
Nickel	µg/l	0,56	1,71	1,3
Krom	µg/l	0,38	0,07	0,28
Fosfor (här används fosfat-fosfor)	µg/l	<1	17	58
Totalkväve	mg/l	-	1	1,7
Oljeindex	µg/l	-	-	50
pH		7,8	7,1	8,1

*16 st polycykliska aromatiska kolväten som kan finnas i gammal asfalt.

7.7.4 Nollalternativ

Byggtiden i nollalternativet innebär byggverksamhet i projekt Förbifart Stockholm och övrig bebyggelse där skyddsåtgärder behöver vidtas för att förhindra föroreningsspredning till recipienter.

7.7.5 Utbyggt alternativ under bygg- och driftstid

Det finns inga exakta data kring vilka föroreningshalter avrinnande vatten från etableringsytor innehåller. Nedan beskrivs förväntad vattenkvalitet utifrån genomförda undersökningar längs planerad sträckning.

7.7.5.1 Förväntad vattenkvalitet under byggtid

Några av riktvärdena från Järfälla kommun bedöms svåra att uppnå under byggtiden eftersom de är mycket hårt ställda. Detta gäller främst några av metallerna. Exakta krav kommer att överenskommas med Järfälla kommun.

Vattnet kommer huvudsakligen att avledas till spillvattennätet och genomgå lokal rening i syfte att klara riktlinjer från Stockholm Vatten

Igelbäcken bedöms som en recipient med hög känslighet. Endast dagvatten under byggtiden med lågt föroreningsinnehåll inom avrinningsområdet leds orenat till Igelbäcken. Länshållningsvatten från schaktgröpar leds inte till Igelbäcken. Genom att vissa arbeten sker nära Igelbäcken kommer SLL lägga stor vikt vid anläggandet av skyddsåtgärder för att leda vattnet till reningsanläggningar innan bortledning till recipient. SLL kommer att provta avrinnande vatten och vid behov

genomföra ytterligare reningsåtgärder för att klara kraven. Skyddsåtgärder krävs också i form av beredskap för olyckshändelser med förorenande utsläpp. Skyddsåtgärder kommer även att vidtas för att säkerställa att dagvatten från mellanlagring av bergmaterial inte kan nå Igelbäcken.

Med de skyddsåtgärder för övrigt dagvatten och beredskap för olyckor med utsläpp som planeras i byggtiden reduceras föroreningarna avsevärt och påverkan bedöms endast ske tillfälligt under byggtiden och innebära tillfälliga små eller inga negativa effekter och konsekvenser för Igelbäcken. Utan skyddsåtgärder mot olyckor med utsläpp kan de negativa konsekvenserna bli stora.

Bällstaån bedöms som en recipient med måttlig känslighet med hänsyn till att den är hårt belastad idag. Endast dagvatten med lågt föroreningsinnehåll inom avrinningsområdet leds orenat till Bällstaån. Övrigt vatten som leds till ån kommer att renas med sedimentering och oljeavskiljning. Med de skyddsåtgärder för övrigt dagvatten och beredskap för olyckor med utsläpp som planeras i byggtiden reduceras föroreningarna avsevärt och påverkan bedöms endast ske tillfälligt under byggtiden och främst innebära tillfälliga små eller inga negativa effekter och konsekvenser för Bällstaån.

Dagvatten i östra delen av området kan ledas till Järva dagvattentunnel som mynnar i Edsviken. Edsviken bedöms som en recipient med måttlig känslighet. Endast dagvatten med lågt föroreningsinnehåll inom avrinningsområdet leds då orenat till Edsviken. Övrigt vatten som leds till viken kommer att renas med sedimentering och oljeavskiljning. Med de skyddsåtgärder för övrigt dagvatten och beredskap för olyckor med utsläpp som planeras under byggtiden reduceras föroreningarna avsevärt och påverkan bedöms endast ske tillfälligt under byggtiden och inte innebära några negativa effekter och konsekvenser på Edsviken.

7.7.5.2 Förväntad vattenkvalitet under drifttid

Bortlett dränvatten under drifttiden förväntas huvudsakligen bestå av grundvatten. En jämförelse mellan uppmätta halter i grundvatten längs planerad sträckning till Barkarby och Järfälla kommuns generella riktvärden för Bällstaån redovisas i tabellen nedan. Något högre halter förväntas uppkomma i kortare pulser vid rengöring av tunnlarna. Specifika riktvärden kan bestämmas i samråd med Järfälla kommun för utsläpp av vatten från tunnelbaneanläggningarna under drifttiden.

Tabell 8. Grundvattnets vattenkvalitet i jord, längs planerad sträckning från Akalla till Barkarby, i jämförelse med Järfälla kommuns fastställda riktvärden för länshållningsvatten och dagvatten i Bällstaån. Redovisade medianvärden baseras på 21 prover tagna i 16 provpunkter. Förslag till nya riktlinjer för föroreningar i dagvatten inom parentes och kursivt.

Parameter	Riktvärde Bällstaån	Enhet	Grundvatten i jord från Akalla och Barkarby (Median)
PAH-16	1 <i>(0,05 BaP)</i>	µg/l	<0,1
Bly	3	µg/l	<0,2
Kadmium	0,3	µg/l	<0,1
Kvicksilver	0,04	µg/l	<0,02
Koppar	9	µg/l	2
Zink	15	µg/l	6
Nickel	45 (6)	µg/l	2
Krom	15 (8)	µg/l	1
Fosfor (här används fosfat-fosfor)	80	µg/l	-
Totalkväve	2	mg/l	-
Oljeindex	500	µg/l	24
Suspenderad substans	80	mg/l	-
pH	6,5-8		7,7 (tre prov)

VA-stationens uppgift är att under drifttiden samla upp och rena allt vatten och avleda det till recipienten. Spol- och tvättvattenmängderna förutsätts bli små, varför det inläckande grundvattnets flöde och föroreningsgrad huvudsakligen blir dimensionerande för anläggningen. Baserat på erfarenheter från befintlig tunnelbana och Citybanan bedömer SLL det vara tillräckligt att dimensionera utjämnings/avsättningsmagasin på likartat sätt som i befintlig tunnelbana, tillsammans med möjlighet att vid behov installera ytterligare reningssteg.

Byggtiden innebär att ytor som idag är naturmark kommer att ianspråkta av maskiner och annat vilket gör att föroreningsbelastningen från ytorna ökar. För att förhindra negativ påverkan på recipienterna kommer dagvattnet att hanteras på olika sätt utifrån föroreningsgrad (se avsnitt 5.1.4).

7.7.5.3 Dränvatten under drifttid

Avrinnande dränvatten under drifttiden är tänkt att ledas till Bällstaån. Modellering avseende Bällstaåns högflödessituation visar att det beräknade maximala pumpflödet är mindre än en procent av det totala flödet i högflödessituationer. Mängden avrinnande dränvatten är försumbart i förhållande till den totala mängden vatten. Det blir därmed inga negativa konsekvenser avseende översvämning under drifttiden.

7.7.6 Miljökvalitetsnormer

Med ovan föreslaget förfaringssätt och då byggtiden pågår under en begränsad period bedöms projektet vara förenligt med bestämmelserna om miljökvalitetsnormer under byggtiden.

Vid normal drift av tunnelbanan utgörs dränvattnet nästan uteslutande av inläckande grundvatten vilket gör att kvaliteten hos vattnet i tunnelbanan motsvarar omgivande grundvattens. Längs denna delsträcka är enligt SLL föroreningshalterna i grundvattnet låga vilket gör att påverkan på MKN inte bedöms uppstå. För att helt eliminera risken för negativ påverkan från ämnen i dränvattnet kommer reningssteg anläggas och relevanta parametrar följas upp. Dränvatten kommer endast släppas ut i Ballstaån efter att uppföljningen säkerställt att risken för negativ påverkan på miljökvalitetsnormerna kan uteslutas.

En fördjupad analys kommer att redovisas i ett separat PM som färdigställs inom kort.

7.8 Konsekvenser för naturmiljön

Konsekvenser: Natur- och friluftsområden

- Projektet bedöms inte medföra några negativa konsekvenser på Hansta Natura 2000-område genom att området ligger utanför influensområdet.
- För Igelbäcken, Djupanbäcken och Stordiket gäller att en liten del av vattnet från avrinningsområdet leds bort i drifttiden genom att dränvattnet i tunneln leds till Ballstaån vilket innebär små eller obetydliga negativa konsekvenser.
- Under byggtiden följs eventuell dränering av Igelbäcken upp i ett kontrollprogram och vid behov används skyddsinfiltration. Då kommer de negativa konsekvenserna att utebli eller bli små för naturvärdena även under byggtiden.

7.8.1 Bedömningsskala

Bedömningsskala värden

- **Låga värden:** Till exempel områden som saknar biotopkvaliteter med positiv betydelse för biologisk mångfald. Artrikedom och geologiska företeelser är representativa för motsvarande biotop i regionen eller Sverige.
- **Måttliga värden:** Till exempel områden med enstaka biotopkvaliteter med betydelse för biologisk mångfald. Det kan förekomma regionalt sällsynta biotoper eller geologiska företeelser. Området är artrikare än andra områden av samma biotop i regionen eller i Sverige. I förekommande fall områden med naturvärdesklass 3 (ibland 2) enligt Standardiserad Naturvärdesinventering.
- **Höga värden:** Till exempel områdets biotoper har i stor utsträckning kvaliteter med positiv betydelse för biologisk mångfald. Det kan förekomma nationellt sällsynta eller hotade biotoper eller nationellt sällsynta geologiska företeelse. Nationellt eller regionalt sett stor artrikedom. I förekommande fall områden med naturvärdesklass 1 och 2 enligt Standardiserad Naturvärdesinventering.

Bedömningsskala effekter

- **Stora negativ effekter** uppstår till exempel när ekologiska samband bryts eller när artmångfalden minskar kraftigt. De ekologiska förutsättningarna i livsmiljöer förstörs helt.
- **Måttligt negativa effekter** uppstår till exempel när ekologiska samband försvagas eller när artmångfalden minskar. De ekologiska förutsättningarna i livsmiljöer försämras.
- **Små negativa effekter** uppstår till exempel när ekologiska samband försvagas i liten utsträckning eller när artmångfalden minskar i liten utsträckning. De ekologiska förutsättningarna i livsmiljöer försämras i liten grad.
- **Små positiva effekter** uppstår till exempel när ekologiska samband stärks i liten utsträckning eller när artmångfalden ökar i liten utsträckning. De ekologiska förutsättningarna i livsmiljöer förbättras i liten grad.
- **Måttligt positiva effekter** uppstår till exempel när ekologiska samband stärks eller när artmångfalden ökar. De ekologiska förutsättningarna i livsmiljöer förbättras.
- **Stora positiva effekter** uppstår till exempel när viktiga ekologiska samband stärks i stor omfattning eller när artmångfalden ökar kraftigt. De ekologiska förutsättningarna förbättras i hög grad.

7.8.2 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att det inte blir någon grundvattensänkning i vare sig berg eller jord med hänsyn till tunnelbanan under drifttiden. Däremot sker grundvattensänkning och skyddsåtgärder utifrån vad som beskrivs i handlingarna för Förbifart Stockholm. Med åtgärder för att uppfylla villkor i Trafikverkets miljötillstånd kommer inga negativa effekter eller konsekvenser uppstå för Hansta naturreservat. För Igelbäcken och Djupanbäcken /Stordiket bedöms Förbifart Stockholm inklusive åtgärder innebära positiv konsekvens.

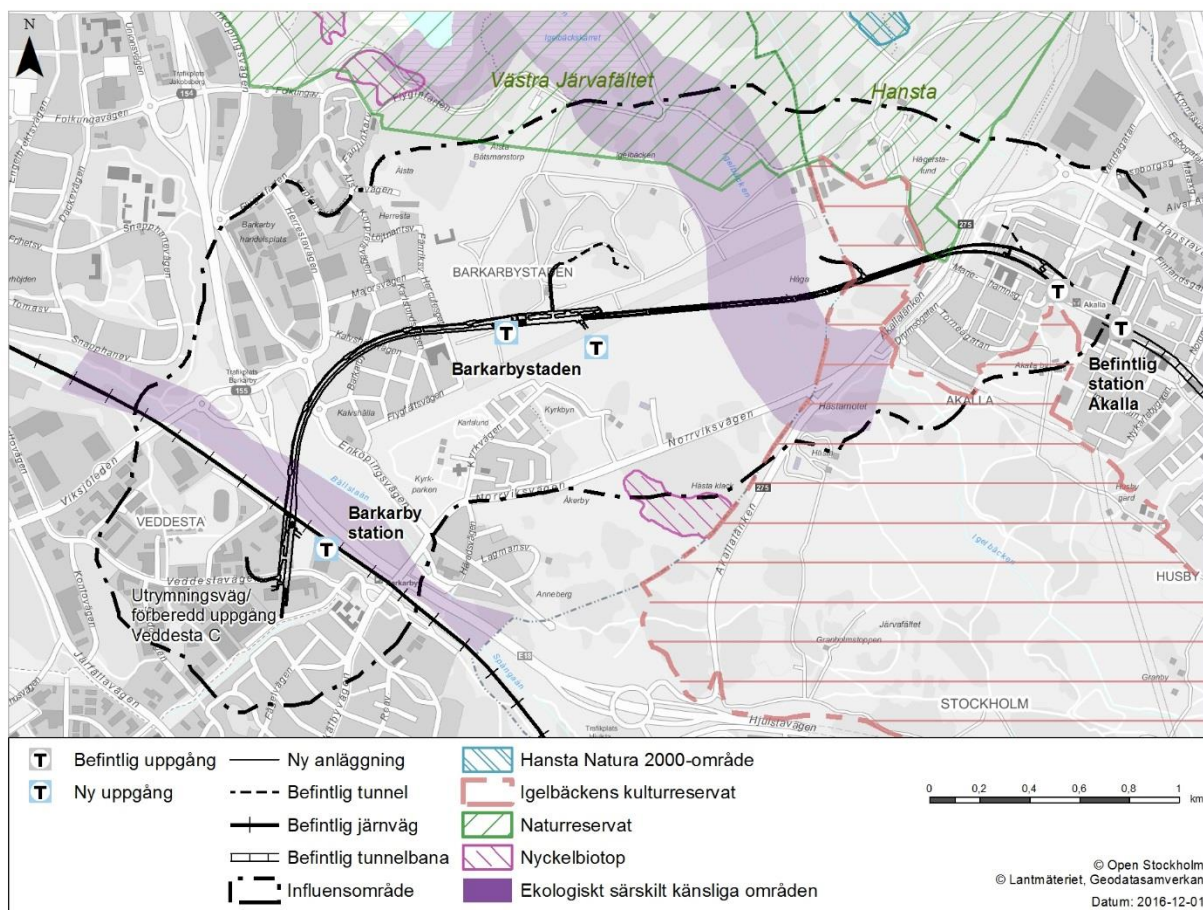
Byggtiden för övrigt i nollalternativet skulle kunna innebära tillfälliga grundvattensänkningar men bedöms innebära små negativa konsekvenser för naturvärden eftersom man sannolikt vid behov genomför skyddsåtgärder.

7.8.3 Utbyggt alternativ under bygg- och drifttid

I områden där de ytliga jordlagren utgörs av lera kommer bergtunnlarnas dränerande effekt på grundvattensystemet inte att vara märkbar i de ytliga jordlagren. Bergtunnlarnas dränerande effekt på grundvattensystemet kommer däremot att medföra att grundvattentillgången i friktionsjord och morän i randområden mot berg (hällmark och fastmarksområden) kan komma att minska något. Detta kan i sin tur påverka grundvattenberoende naturvärden och biotoper.

Bedömning av påverkan från grundvattenbortledning på naturområden har gjorts efter hur beroende respektive naturtyp är av grundvattenkontakt. Olika naturtyper är olika känsliga för grundvattensänkningar. I våtmarker och fuktiga marker där grundvattenytan ligger nära ytan kan en förhållandevis liten avsänkning av grundvattenytan påverka naturtyperna till att ändra karaktär vilket i sin tur med stor sannolikhet kan påverka eventuella naturvärden negativt om de är knutna till den fuktiga miljön. Exempelvis kan en sumpskog som har höga naturvärden knutna till sig påverkas negativt om markförhållandena blir torrare.

Friska marker bedöms vara betydligt mindre känsliga för grundvattensänkningar. På friskare skogsmark kan rötter ibland nå ner till grundvattenytan och det bedöms därför finnas en liten känslighet mot grundvattensänkningar. En eventuell avsänkning av grundvattenytan kan i dessa fall medföra att de friska markerna går mot torrare förhållanden med en långsam förskjutning av konkurrensförhållanden mellan trädarter. Denna förändring bedöms vara mycket långsam och påverkar sannolikt inte naturvärden knutna till dessa miljöer negativt.



Figur 36. Naturvärden i förhållande till influensområdet för grundvattensänkning.

7.8.3.1 Hansta Natura 2000-område

Hansta Natura 2000-område kommer inte fysiskt att beröras av projektet, inget markintrång görs, ingen förändring av arealen sker och inget utsläpp av länsställningsvatten sker. Det ligger utanför influensområdet se Figur 36. I den hotbild som beskrivs i länsstyrelsens bevarandeplan är frågor kring påverkan på hydrologin den parameter som bedöms vara relevant att beakta med avseende på projektets sträckning i områdets närhet.

Hansta omfattas av delavrinningsområde 2 (Figur 11). Enligt den hydrogeologiska utredningen beräknas grundvattenbortledningen bli cirka 7 procent av den totala avrinningen för detta delavrinningsområde. De delar som utgör Natura 2000-habitat anses ligga inom infiltrationsområden, alltså på höjdpunkter och i svaga sluttningar.

I och med att grundvattenläckaget för delavrinningsområde 2B (Figur 11) är litet samt att de arter och naturtyper som Natura 2000-området avser att skydda inte är känsliga för grundvattensänkningar bedöms projektet inte skada de livsmiljöer eller arter som avses skyddas. De typiska arter som är upptagna i bevarandeplanen bedöms inte påverkas då de ligger i infiltrationsområden. Projektet bedöms inte medföra några negativa konsekvenser på Hansta Natura 2000-område.

7.8.3.2 Vattendrag

Igelbäckens vattenflöde bedöms huvudsakligen vara beroende av ytavrinning och dagvatten samt vatten från Säbysjöns utlopp. Grundvatteninströmning bedöms dock kunna vara ett viktigt tillskott utmed delar av vattendragets totala sträcka. En viss påverkan i bäckens flöde finns redan genom grundvattenläckage till en dagvattentunnel i området.

Djupanbäckens vattenflöde bedöms delvis vara beroende av annan tillförsel än grundvatten. För passagen arbetstunnel A2 och Djupanbäcken gäller att bergtäckningen är mindre (cirka 13 meter) och att överlagrande lermäktighet är cirka tre meter varav den översta delen består av torrskorpelera. Under leran finns ett friktionsjordslager om cirka 2-3 meter. Arbetstunneln kommer således passera cirka 18 meter under Djupanbäcken. Här bedöms viss risk för påverkan föreligga och extra tätningsåtgärder kan erfordras.

Stordikets vattenflöde bedöms huvudsakligen komma från ytavrinning medan det i låglänta delar kan ske en tillförsel via grundvattentillrinning. Vattendrag och ytvattendelare syns i Figur 8.

Igelbäcken, Djupanbäcken och Stordiket ligger alla inom delavrinningsområde 2 (Figur 11). Enligt den hydrogeologiska utredning som finns framtagen för projektet beräknas grundvattenbortledningen bli maximalt 7 procent av den totala avrinningen för detta delavrinningsområde. Delavrinningsområdet är i sin tur delad av en lokal grundvattendelare i två lokala delavrinningsområden (2A och 2B) där Igelbäcken ligger inom 2A och Stordiket ligger inom 2B, Djupanbäcken har sin sträckning genom både 2A och 2B. Grundvattenbortledningen bedöms huvudsakligen ske från de östra delarna av 2B enligt den hydrogeologiska utredningen.

Den planerade spårtunneln passerar Igelbäcken med mycket god bergtäckning, 23-28 meter. Jordlagren i detta område består av lera som överlagrar friktionsjord, leran har vissa inslag av siltskikt och/eller sandskikt. Lerans mäktighet varierar mellan omkring 1-5 meter varav de översta 1,5 meter utgörs av torrskorpelera. Ställvis kan lerlagret i området således utgöras av endast torrskorpelera. Det är dock sannolikt att leran i själva bäckfåran är tät då denna hålls vattenmättad av bäcken. Förekomst av silt- och eventuella sandskikt resulterar i att leran kan leda mer vatten, särskilt horisontellt.

En grundvattentrycknivåsänkning i friktionsjorden kan i området uppgå till någon eller några meter under bygg- och drifttiden. Avsänkningen är beroende av bergets hydrauliska konduktivitet, eventuella större svaghetszoner samt resultatet från förinjekteringen. Grundvattentrycksänkningen i friktionsjorden bedöms dock inte kunna innebära en direkt dränering av Igelbäcken genom bottensedimenten. En viss indirekt effekt skulle kunna uppkomma genom minskad tillrinning från omgivande grundvattenbildningsområden under drifttiden när man väljer att leda dränvattnet till Bällstaån. Denna effekt bedöms dock som ringa varför risken för påverkan på vattenföringen i Igelbäcken bedöms som liten under bygg- och drifttiden.

Då Igelbäcken har stora naturvärden kommer avledningen av vatten följas upp under byggtiden med kontroller av nivåer och vattenföring. Med kontrollprogram och vid behov genomförande av skyddsåtgärder kommer de negativa konsekvenserna för Igelbäcken att utebli eller bli små även under byggtiden.

För Djupanbäcken och Stordiket som ligger inom delavrinningsområde 2B bedöms eventuell grundvattenbortledning under bygg- och drifttiden inte medföra några negativa konsekvenser på naturvärdena knutna till vattendragen eftersom minskningen av grundvattentillrinningen beräknas bli mycket liten.

För passagen arbetstunnel A2 och Djupanbäcken gäller att bergtäckningen är mindre (cirka 7 meter) och att överlagrande lermäktighet är cirka 3 meter varav den översta delen består av torrskorpelera. Under leran finns ett friktionsjordslager om cirka 2-3 meter. Arbetstunneln kommer således passera cirka 14 meter under Djupanbäcken. Här bedöms viss risk för påverkan genom minskad vattenmängd föreligga och extra tätningsåtgärder kan erfordras.

Med föreslagna skyddsåtgärder och kontroller bedöms minskningen av grundvattentillrinning bli liten och detta bedöms ge liten eller ingen påverkan på naturmiljön under bygg- och drifttiden. Avsänkningen av grundvattennivåer i jord och berg bedöms resultera i små eller inga negativa

effekter för ytvattendragen Igelbäcken och Djupanbäcken och därmed blir det inga negativa konsekvenser.

7.8.3.3 Våtmarken söder om Hästa klack

Våtmarken är beroende av utströmmande grundvatten från omkringliggande höjdparter. Undersökningar som gjordes för Förbifart Stockholm visade att underliggande friktionslager har låg vattenförande förmåga. Våtmarken ligger utanför influensområdet och berörs därför inte av grundvattenbortledningen. Det blir därmed inga negativa konsekvenser.

7.8.3.4 Etableringsytor

Projektet bedöms inte medföra några negativa konsekvenser på naturvärden vid anläggande av etableringsområden. Etableringsområdena är placerade utanför områden med redovisade naturvärden.

7.8.3.5 Skyddade arter

Projektet bedöms inte medföra några negativa konsekvenser på skyddade arter som förekommer inom området.

7.8.4 Behov av dispenser och tillstånd

Sprängning kommer att ske under mark. SLL kommer att samordna med Stockholms stad angående behov av dispens (Hansta föreskrift A1) och tillstånd (Igelbäcken föreskrift A7).

I det fall ledningsdragning i mark erfordras inom reservaten kommer tillstånd att sökas av SLL (Hansta föreskrift A18 och Igelbäcken föreskrift A13).

Resultat från utförd provpumpning visar att det inte föreligger kontakt mellan det ytliga grundvattnet i dalgången med Djupanbäcken (tillflöde till Igelbäcken) och grundvattensystemet i berggrunden. Något behov av dispens för grundvattenbortledning (Hansta föreskrift A1) bedöms därför inte föreligga.

Kontakt mellan det ytliga grundvattnet i dalgången där Igelbäcken löper och grundvattensystemet i berggrunden har inte heller konstaterats. SLL kommer att samordna med Stockholms stad angående behov av dispens för minskad tillrinning (Igelbäcken föreskrift A5).

7.9 Konsekvenser för kulturmiljön

Konsekvenser: Fornlämningar

- Fornlämningarna inom utredningsområdet ligger på olika djup under marken, vanligen mindre än 50 centimeter från markytan. Friktionsjordar såsom morän dräneras lätt och när grundvattennivån sjunker syresätts jorden. Fornlämningarna i ytliga lägen som sammanfaller med en lika yttlig grundvattennivå i friktionsjordar kan riskera att nedbrytningen av organiska material påskyndas.
- Grundvattnet i de aktuella områdena är väl syresatta då grundvattennivåerna varierar över året. Grundvattennivåer upprätthålls av nederbörd. Därmed bedöms det bli inga eller små negativa konsekvenser för fornlämningarna

7.9.1 Bedömningsskala

Bedömningsskala värden

- **Låga värden:** Ensamstående objekt utanför ett sammanhang, till exempel en vanligt förekommande, fragmenterad stadsbebyggelse eller en miljö som bryter eller reducerar läsbarhet av de historiska strukturerna.
- **Måttliga värden:** Representativa exempel på en viss funktion eller epok. Värdena kan ingå i ett sammanhang som underlättar den historiska läsbarheten, men en viss förändringsgrad kan förekomma.
- **Höga värden:** Sällsynta eller särskilt goda exempel på en viss funktion eller epok. De kan vara välbevarade, ingå i ett sammanhang eller ha lång kontinuitet. Ofta har de hög grad av historisk läsbarhet. Höga kulturmiljövärden kan också vara värdefulla objekt i landskap/område som präglas av hög grad av förändring.

Bedömningsskala effekter

- **Stora negativa effekter** uppstår när kulturmiljövärden går förlorade och den historiska läsbarheten försvåras eller upphör helt.
- **Måttliga negativa effekter** uppstår när kulturhistoriska värden fragmenteras eller skadas. Värden går delvis förlorade så att helheten inte kan uppfattas och den historiska läsbarheten reduceras.
- **Små negativa effekter** uppstår när kulturmiljövärden skadas eller tas bort. Dessa är inte betydelsebärande för kulturmiljöns helhet och historiska samband/strukturer och den historiska läsbarheten kan även fortsättningsvis uppfattas.
- **Små positiva effekter** uppstår när befintliga kulturmiljövärden tillvaratas och stärks, så att den historiska läsbarheten ökar i viss mån.
- **Måttligt positiva effekter** uppstår när befintliga kulturmiljövärden tillvaratas och stärks, så att den historiska läsbarheten ökar i måttlig grad.
- **Stora positiva effekter** uppstår när befintliga kulturmiljövärden tillvaratas och stärks, så att den historiska läsbarheten i hög grad ökar i hög grad.

7.9.2 Känsliga objekt/områden

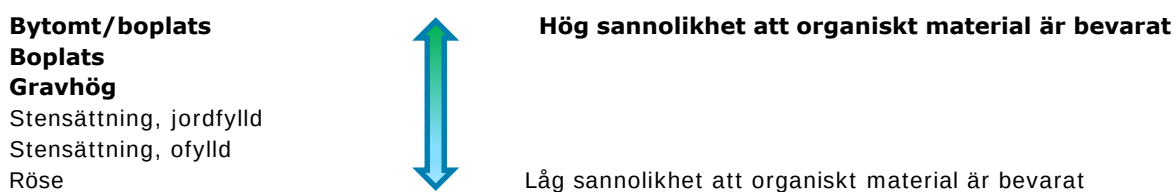
Känsliga objekt inom influensområdet kan vara fornlämningar. För att identifiera fornlämningar som kan vara känsliga för grundvattenförändringar har följande parametrar använts:

- Den sannolika förekomsten av organiskt innehåll i kulturlagren, vilket bedöms baserat på fornlämningens typ och djup.
- Fornlämningens belägenhet i dränerande alternativt vattenförande jordlager.

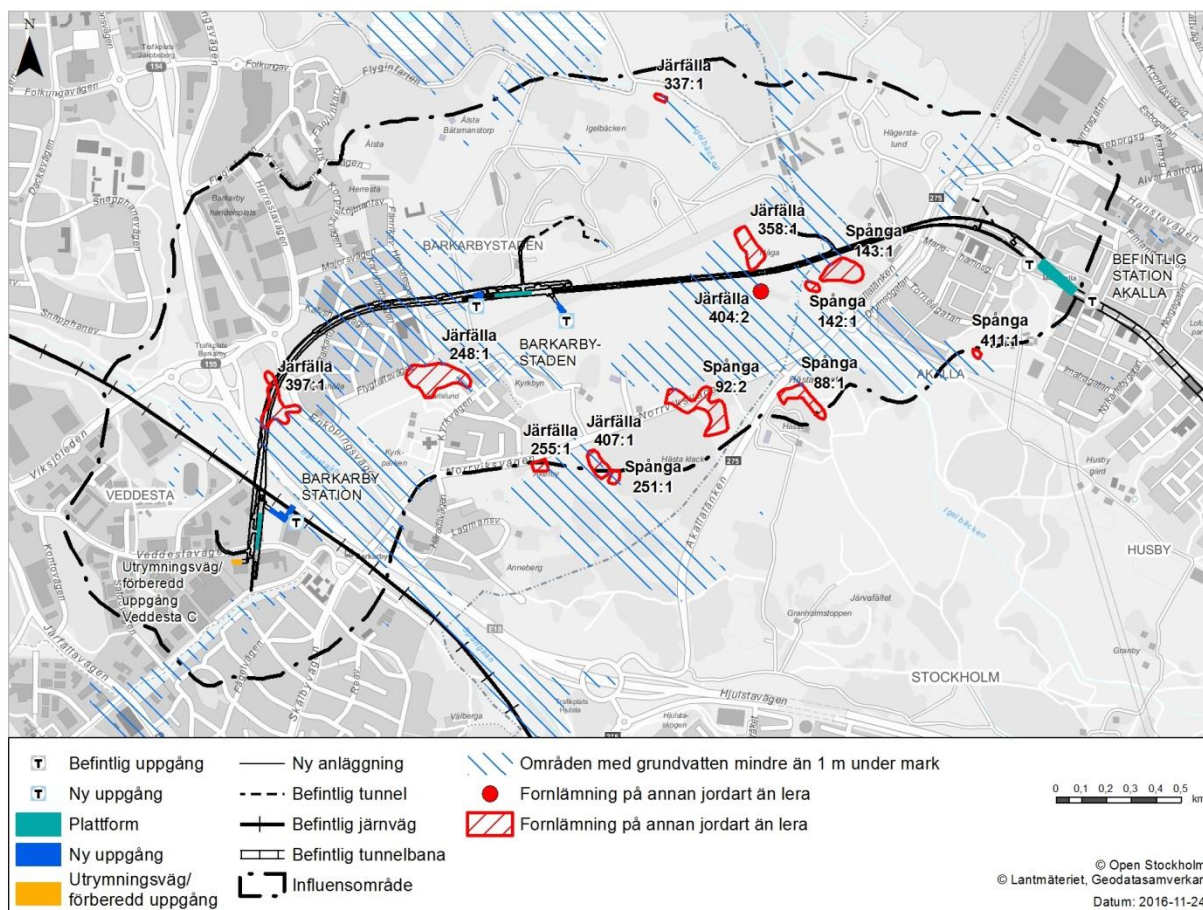
Fornlämningar består av konstruktioner och avsatta kulturlager, som rymmer information om hur en plats har brukats. Kulturlager består av både organiskt och ickeorganiskt material. Ben, trä, läder, fröer och pollen kan brytas ned, medan ickeorganiskt material som bränt ben och kol inte bryts ned. Sannolikheten att påträffa organiskt material varierar med fornlämningens karaktär och beror både på hur stor lagerbildningen har varit och hur lagren påverkats av väder och vind (se Figur 37).

Det organiska materialet i fornlämningarnas kulturlager bryts ned vid kontakt med syre. Kulturlagrens naturliga nedbrytningstakt kan accelerera genom en ökad genomströmning av syreförande vatten, men också vid grundvattensänkningar. På landsbygden är fornlämningar i regel ytligt belägna och finns direkt under jordmånen, med undantag av brunnar och källare, som kan vara belägna djupare. Risk för påverkan till följd av grundvattenförändringar är därför begränsad till markytans översta meter.

Fornlämningar belägna på morän som riskerar påverkas av en grundvattensänkning har identifierats och redovisas i Figur 38.



Figur 37. Sannolikheten att påträffa organiskt material beror delvis på sannolikheten att det avsatts, men också på sannolikheten att det bevarats.



Figur 38. Fornlämningar i relation till ytligt grundvatten och influensområdet för grundvattensänkning.

7.9.3 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att det inte blir någon grundvattensänkning i berg med hänsyn till tunnelbanan under drifttiden. Däremot sker grundvattensänkning och skyddsåtgärder utifrån vad som beskrivs i handlingarna för Förbifart Stockholm. Av handlingarna framgår att kvarvarande fornlämningar och kulturhistoriska objekt, som inte har grävts ut och tagits bort, inte bedöms påverkas av eventuella sättningar eller en sänkt grundvattennivå.

7.9.4 Utbyggt alternativ under bygg- och drifttid

I friktionsjord och morän i randområdena mot berg kan grundvattentillgången komma att minska något, till följd av tunnarnas dränerande effekt. Merparten av fornlämningar i området är lokaliserade till moränhöjder, där berg ibland går i dagen. Bland dessa finns Håga bytomt (Järfälla 358:1) med tillhörande gravfält (Järfälla 130:1). På platsen har bebyggelse funnits från 1538, men förekomsten av gravar indikerar att bosättningen går tillbaka till yngre järnålder. Gravfältet omfattar tio gravar. Troligen finns även husgrunder på gravfältet. Fornlämningarna har avgränsats arkeologiskt.

Fornlämningarna ligger på olika djup, vanligen mindre än 0,5 meter. Ibland redan på 5-20 cm djup. Vad gäller husgrunder så utgörs de både av sten och avsatta kulturlager. Alla fornlämningar utgörs av både kulturlager (organiskt/ickeorganiskt) och sten.

Det organiska materialet i fornlämningarnas kulturlager bryts ned i kontakt med syre. Kulturlagrens naturliga nedbrytningstakt kan accelerera genom en ökad genomströmning av syreförande vatten, men också av grundvattensänkningar. Kunskapsgrunden är god för stadslager, men dessa skiljer sig avsevärt från kulturlager på landsbygden, bland annat med avseende på tjocklek och andel organiskt material.

Bergtunnlarnas dränerande effekt på grundvattensystemet kommer inte att vara märkbart i områden där de ytliga jordlagren utgörs av lera. Få kända fornlämningar i området ligger på lera.

Fornlämningar i morän har identifierats och analyserats tillsammans med grundvattennivån (Figur 38). Dessa kan potentiellt påverkas vid stora grundvattensänkningar då en grundvattensänkning kan påverka nedbrytningen av kulturlager genom att syre tillförs den omättad zonen. Man kan dock anta att grundvattnet i de aktuella områdena är relativt väl syresatta då grundvattennivåerna varierar över året. De aktuella områdena fungerar dessutom som grundvattenbildningsområden vilket resulterar i att grundvattennivåer upprätthålls av nederbörd. Av den anledningen och det faktum att de flesta lämningar ligger ytligt så kommer den prognostiserade förändrade grundvattennivån endast resultera i försumbara eller små negativa effekter. Den negativa konsekvensen för fornlämningar kommer att bli liten eller utebli.

8 Övriga miljökonsekvenser under byggtiden

Anläggandet av tunnelbanan kommer att ge upphov till miljöpåverkan och störningar som är begränsade till byggtiden av tunnelbanan och som därefter inte kommer att vara aktuella när tunnelbanan är i drifttagen. Under byggtiden handlar det framförallt om buller- och vibrationsstörningar men även om transporter. Dessa störningar beskrivs i nedanstående kapitel.

8.1 Buller och stomljud

Konsekvenser: Buller

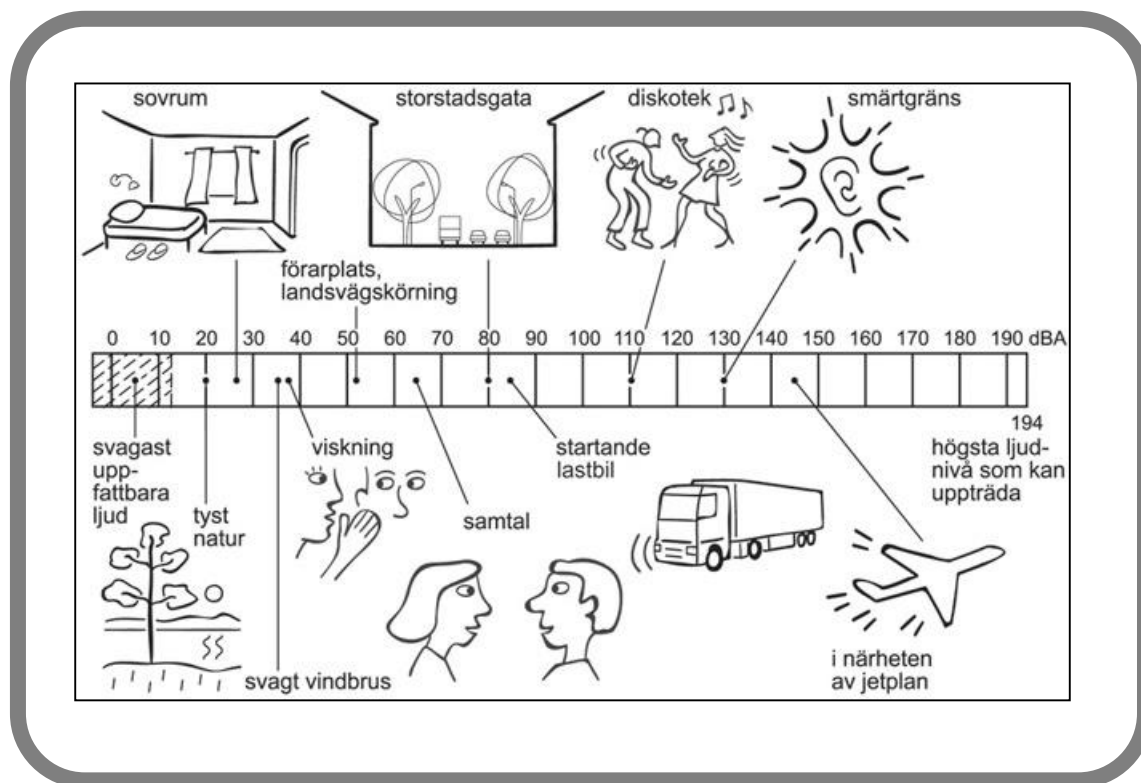
- Tunneldrivning i den aktuella omfattningen kommer, framför allt i Akalla, men även i exempelvis i utbyggda delar av Barkarbystaden, att påverka många människor genom bland annat bullerstörning. Bergborrning i samband med tunneldrivning bedöms vara det arbetsmoment som ger upphov till störst störning genom långvariga och relativt starka borrljud.
- En rad skyddsåtgärder och andra försiktighetsmått kommer att vidtas för att minimera risken för störande buller och stomljud under byggtiden. Byggbullernivåerna kan påverkas genom exempelvis val av arbetsmetoder och utrustning, lokala skärmar och arbetstider.

8.1.1 Allmänt om buller

I Sverige används två olika störningsmått för byggbuller och trafikbuller; ekvivalent respektive maximal ljudnivå.

- Med **ekvivalent ljudnivå** avses en medelljudnivå under en angiven tidsperiod, till exempel fem minuter, en natt eller ett dygn. Ekvivalent ljudnivå mäts i dB(A).
- **Maximal ljudnivå** är den högsta ljudnivå som uppkommer under en period, till exempel under ett arbete. Även maximal ljudnivå mäts i dB(A).

För att ge en viss uppfattning om vad olika ljudnivåer innebär ges exempel i Figur 39 på ljudnivåer i olika miljöer och verksamheter.



Figur 39. Illustration av ljudnivåer (Boverket).

Med luftburet ljud avses buller från exempelvis vägtrafik eller en byggarbetsplats som sprids via luften till omgivningen, och även in i närliggande byggnader. När det gäller byggbuller beräknas den ekvivalenta ljudnivån för den tid under vilken verksamheten pågår, till exempel under en sekvens/cykel för byggaktiviteter med intermittent buller, såsom pålning, spontning eller borring. Åtgärder för att dämpa luftburet buller har bäst effekt om de görs vid källan. Det kan exempelvis vara att byta ut en bullrande maskin mot en annan som bullrar mindre eller sätta på en ljuddämpare. Ljudkällan kan byggas in eller skärmas med en bullerskyddsskärm. Det kan också vara att välja en tystare arbetsmetod.

8.1.2 Bedömningsskala

Bedömningsskala känslighet

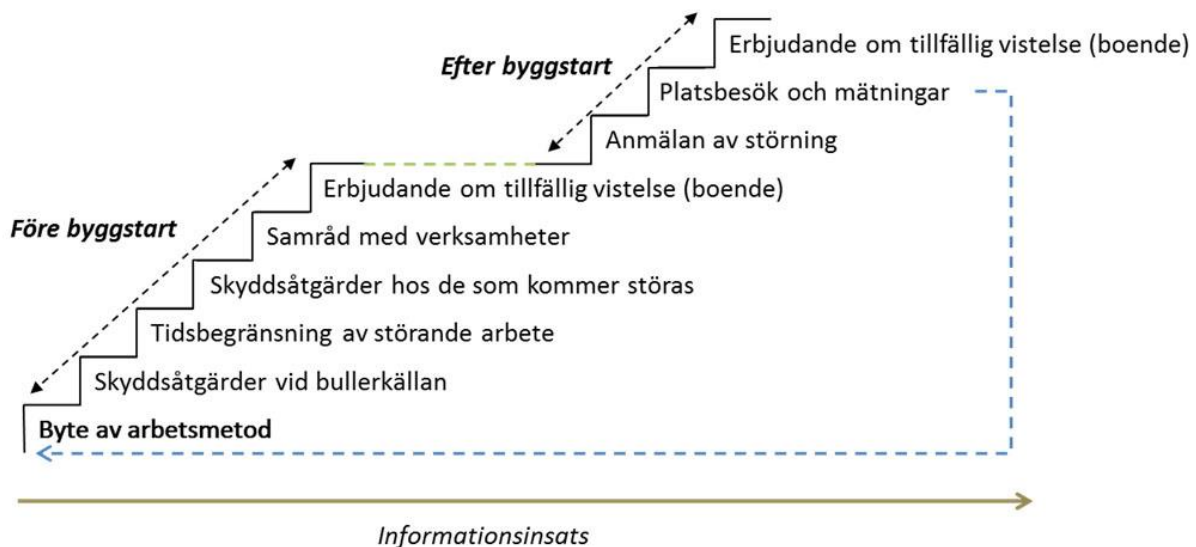
- **Låg känslighet:** Områden med få bosatta. Vårdlokaler, skolor och förskolor och annan känslig verksamhet förekommer inte.
- **Måttlig känslighet:** Områden med bostadsbebyggelse med en medelstor mängd bosatta. Vårdlokaler, skolor och förskolor och annan känslig verksamhet förekommer i begränsad utsträckning.
- **Hög känslighet:** Områden med tät bostadsbebyggelse med en stor mängd bosatta. Vårdlokaler, skolor och förskolor och annan känslig verksamhet förekommer i hög utsträckning.

Bedömningsskala effekter

I nedanstående skala används begreppen låga och höga nivåer samt kort och lång tid. Det går inte att generellt säga vad som är en låg/hög nivå respektive kort/lång tid. Det beror på person, miljö och situation. Som exempel kan nämnas att vid maximala ljudnivåer på 45 dB(A) kan människor ha svårt att somna liksom de blir väckta. 45 dB(A) i ett sovrum kan därför i de flesta fall betraktas som en hög nivå. Med kortare tid kan i många fall vara upp till en till två veckor medan mer än två månader i många fall kan betraktas som lång tid. Bedömningar behöver emellertid göras och motivering beskrivas från fall till fall.

- **Stora negativ effekter** uppstår om projektet orsakar höga nivåer under längre tid.
- **Måttligt negativa effekter** uppstår om projektet genererar höga nivåer under begränsad tid.
- **Små negativa effekter** uppstår när projektet genererar låga nivåer.
- **Små positiva effekter** uppstår när projektet medför reducerade nivåer jämfört med nuläget under kortare tid.
- **Måttligt positiva effekter** uppstår om projektet medför reducerade nivåer jämfört med nuläget, under längre tid.
- **Stora positiva effekter** Projektet medför bestående och betydande reducerade nivåer jämfört med nuläget.

8.1.3 Hantering av risker för bullerstörningar



Figur 40 . Åtgärdsstrappan visar hur Stockholms läns landstings förvaltning för utbyggd tunnelbana kommer att hantera bullerstörningar.

Hanteringen av bullerstörningarna kommer i första hand att ske genom att vidta åtgärderna i trappans understa del.

Inom arbetet med skyddsåtgärder för hantering av bullerstörningar kommer SLL att lägga stor vikt på information till omgivningen. Målet är att i god tid innan start av störande arbeten informera fastighetsägare, näringsidkare och närboende om att arbeten ska utföras, var de ska ske samt hur länge de beräknas pågå.

Andra möjliga skyddsåtgärder är byte av arbetsmetodik, bullerdämpande åtgärder vid källan samt reglering av arbetstider. Utgångspunkten är att projektens byggarbeten får utföras dygnet runt så länge gällande bullervillkor klaras. Dock ska byggarbeten alltid planeras så att bullerstörning till omgivningen begränsas genom att verksamheten så långt möjligt förläggs till mindre störningskänslig tid.

SLL avser att i enlighet med de villkor som kommer att föreskrivas för verksamheten erbjuda möjlighet till tillfällig vistelse till boende som förväntas bli utsatta för bullernivåer över de för verksamheten gällande riktvärdena. Så kommer att ske när störningsbegränsande åtgärder inte kan anses tekniskt möjliga eller ekonomiskt rimliga. Boende som förväntas bli utsatta för sådana bullernivåer under en längre period kommer att erbjudas tillfälligt boende. Erbjudandet skickas till berörda i god tid innan arbetet påbörjas med information om förväntade bullernivåer och arbetenas varaktighet.

8.1.4 Luftburet buller

8.1.4.1 Nollalternativ

Genom att även nollalternativet innehåller exploatering om än i mindre omfattning än i utbyggt alternativ kommer byggtiden för dessa delar innebära negativa konsekvenser avseende buller.

Området vid den nedlagda Barkarby flygplats är ett område i förvandling och även utan en förlängd tunnelbana från Akalla så kommer den nya stadsdelen Barkarbystaden att växa fram.

Den del som främst överlappar tunnelbanans planerade sträckning kommer att domineras av bostäder. Samtliga planeras att vara färdigställda år 2030. Utbyggnaden av Barkarbystaden innebär att bil och kollektivtrafiken bedöms öka successivt, vilket leder till ökade bullerstörningar i området. Trafikökningen bedöms främst utgöras av personbilar, men även av distributionsfordon och bussar. Detta kommer att ske oavsett om tunnelbanan byggs ut eller ej, men trafiken, och således även trafikbullernivån bedöms bli större utan tunnelbana.

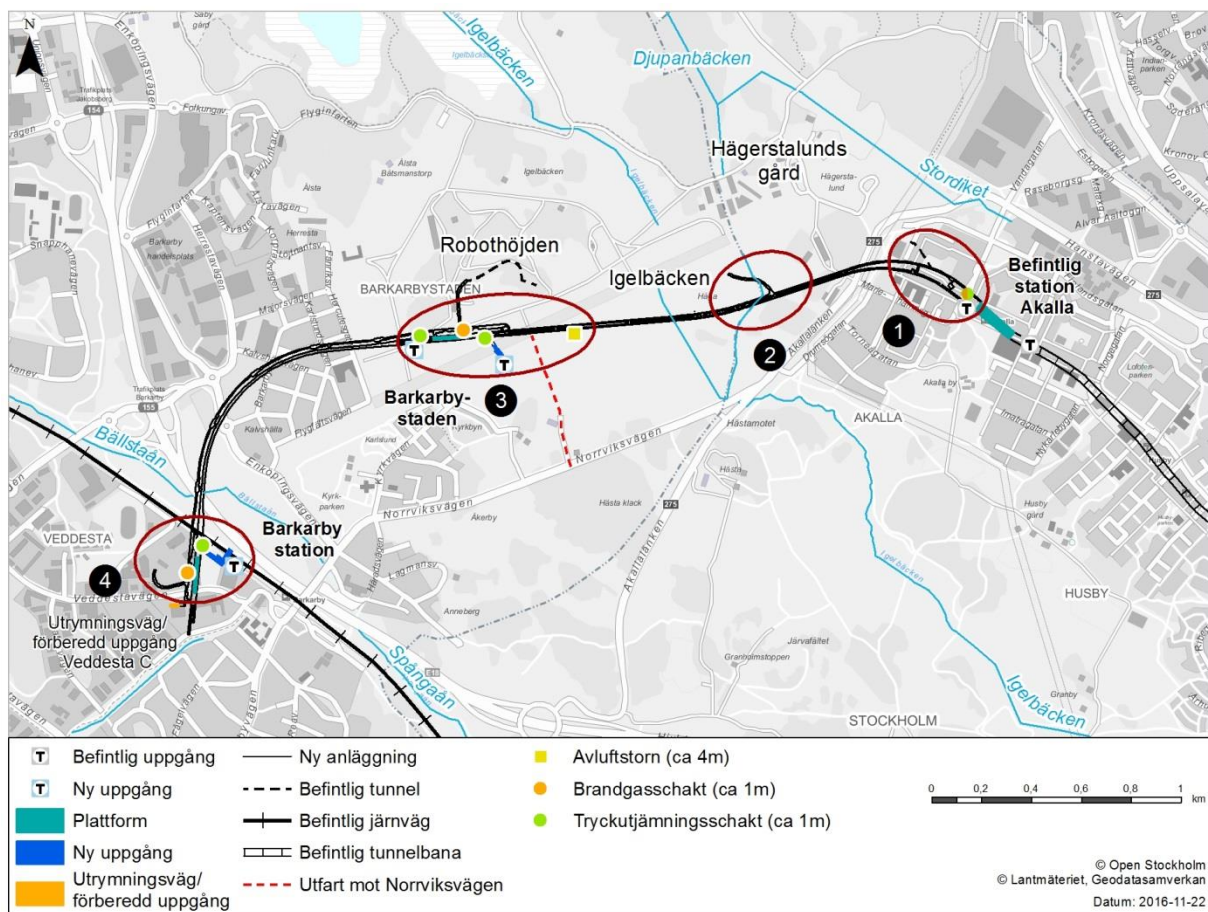
Eftersom prognosticerade trafikmängder inte är kända, vare sig för fallet med eller utan tunnelbana så har ingen närmare bedömning kunnat göras av skillnaden mellan de två scenarierna avseende trafikbuller.

8.1.4.2 Utbyggt alternativ

En preliminär beräkning har utförts av byggbullernivåerna för luftburet buller från anläggandet av en ny tunnelbanelinje mellan Akalla och Barkarby för att kunna bedöma risken för bullerstörningar och konsekvenserna. En fördjupad utredning kommer att genomföras i samband med produktionsplaneringen inför byggstart, då information om aktuella arbetsmetoder, utrustning och tidplan finns.

Under arbetets gång kommer flera bullrande aktiviteter att ske i samband med anläggandet av stationer och stationsuppgångar. Utmed tunnelbanans sträckning ska även ett antal olika typer av schakt till markytan anläggas. Exempel på byggaktiviteter i de olika områdena kan vara jordschakt, spontning, pålning, bergborrning, lastning, transporter etcetera.

I de flesta punkterna kommer arbetet att ske i djupled, vilket innebär att när arbetet fortskrider så kommer marken runt omkring schakten att fungera som bullerskydd, och ljudnivån kommer gradvis att minska. En relevant produktionsplanering som gör det möjligt att redovisa hur bullernivåerna förändras över tid kommer att föreligga först i ett senare skede. Beräkningarna har utgått ifrån den mest bullrande aktiviteten i aktuellt område, vilket i Tabell 10 benämns dimensionerande arbetsmoment, för att en bedömning av störningsgraden ska kunna göras. Detta måste dock kopplas ihop med störningens varaktighet. I kartan i Figur 41 framgår i vilka bostadsområden som bullrande aktiviteter framför allt kommer att äga rum.



Figur 41. Huvudsakliga arbetsområden vid utbyggnaden av tunnelbana mellan Akalla och Barkarby.

Särskilda villkor, bland annat med krav på kontrollprogram och villkor med begränsningsvärden för byggbuller, kommer att regleras i tillståndsprövningen. Projektets förslag till villkor och begränsningsvärden redovisas i sin helhet i tillståndsansökan. I stort sett följer villkoren Naturvårdsverkets riktvärden (se Tabell 9). Projektet har gjort en avvägning mellan ljudnivån och störningen i tid. Med ett strängare krav blir byggtiden längre vilket ger störningar under längre tid.

Beräknade byggbullernivåer inomhus vid bostadshus i respektive område utan hänsyn till eventuella skyddsåtgärder. Vid bedömningen av behovet av eventuella åtgärder med avseende på byggbuller kommer i första hand inomhusnivåerna att gälla. I den slutliga konsekvensbedömningen tas även hänsyn till skyddsåtgärder.

Tabell 9. Naturvårdsverkets riktvärden för buller från byggarbetsplatser, NFS 2004:15 [dBA]. Denna används vid bedömning av konsekvenser.

Område	Helgfri mån-fre		Lör-, sön- och helgdag		Samtliga dagar	
	Dag 07-19	Kväll 19-22	Dag 07-19	Kväll 19-22	Natt 22-07	
	L _{Aeq}	L _{Aeq}	L _{Aeq}	L _{Aeq}	L _{Aeq}	L _{AFmax}
Bostäder						
Utomhus (vid fasad)	60	50	50	45	45	70
Inomhus (bostadsrum)	45	35	35	30	30	45
Vårdlokaler						
Utomhus (vid fasad)	60	50	50	45	45	-
Inomhus	45	35	35	30	30	45
Undervisningslokaler						
Utomhus (vid fasad)	60	-	-	-	-	-
Inomhus	40	-	-	-	-	-
Arbetslokaler för tyst verksamhet¹⁾						
Utomhus (vid fasad)	60	-	-	-	-	-
Inomhus	45	-	-	-	-	-

1) Med arbetslokaler menas lokaler för ej bullrande verksamhet med krav på stadigvarande koncentration eller behov att kunna föra samtal obesvärat, exempelvis kontor.

- Riktvärden avser den ekvivalenta ljudnivån under den tid det bullrande arbetet pågår.
- Om byggverksamheten har begränsad varaktighet, högst två månader, t.ex. spontning och pålning, kan 5 dBA högre värden tillåtas.
- Vid enstaka kortvariga händelser, högst fem minuter per timme, kan 10 dBA högre nivåer accepteras. Detta bör då inte gälla kvälls- och nattetid.
- Riktvärdena är en utgångspunkt och vägledning för den bedömning, som görs i varje enskilt fall. Särskilda skäl kan medföra att avsteg kan behöva göras, såväl uppåt som nedåt, från de angivna riktvärdena.
- Om riktvärdena för buller utomhus inte kan klaras med tekniskt möjliga och/eller ekonomiska rimliga åtgärder bör målsättningen vara att åtminstone riktvärdena för buller inomhus kan klaras.
- Buller från trafik till och från byggplatsen bör bedömas efter de riktvärden som gäller för vägtrafikbuller. Trafik inom byggplatsen bör bedömas som byggbuller.
- Det har i olika undersökningar konstaterats att information till de kringboende om den störande verksamheten och dess tidsmässiga omfattning medfört att olägenheterna lättare kunnat tolereras. En sådan information får anses vara av särskilt värde i de fall man överskridit angivna riktvärden.

I Tabell 10 redovisas byggbullerkällor som förväntas i respektive område och som har legat till grund för beräkningarna. I de flesta fall har spontning bedömts vara den dimensionerande byggbulleraktiviteten, det vill säga den aktivitet som ger de högsta byggbullernivåerna. Sponten kommer att installeras för att säkra schakter. För förskärningar till arbetstunnlarna A2 och C4 samt för schakter till entréer och rulltrappsschakt kommer omfattande sponten att installeras. Andra typer av aktiviteter och bullrande utrustning kommer att förekomma som kan upplevas som störande, och som kan pågå under betydligt längre tider, exempelvis betongarbeten och schaktning. De nedan redovisade bullerkällorna är de mest bullrande och utgör representativa exempel.

Vid bedömning av störningen från byggbuller ingår förutom byggbullernivån även under hur lång tid som störningen kommer att pågå. I Tabell 11 redovisas en preliminär uppskattning av den tid som bullrande arbeten kan förekomma på respektive plats angivet som ungefärligt antal veckor. Arbetena kommer att utföras utspridda under längre tidsperioder. Denna tidplan kan komma att ändras och en mer noggrann bedömning av störningsrisken kan och bör göras vid planeringen av entreprenaden.

Hur transporten av massor kommer att ske är ännu inte bestämt. Byggbuller från transporterna har beräknats utifrån en preliminär bedömning av masshantering från bergguttaget, vilket enligt produktionstidplanen beräknas pågå under cirka två år.

Samtliga arbetstunnlar kommer att användas under byggtiden för tunnelbanan (se Figur 22). Arbetstunnel A1 är en befintlig arbetstunnel som användes då befintlig blå linje byggdes under 1970-talet. A1-tunneln kommer att schaktas fram och rustas för byggtiden, men kommer inte att användas under drifttiden.

Tabell 10. Antagna byggbullerkällor.

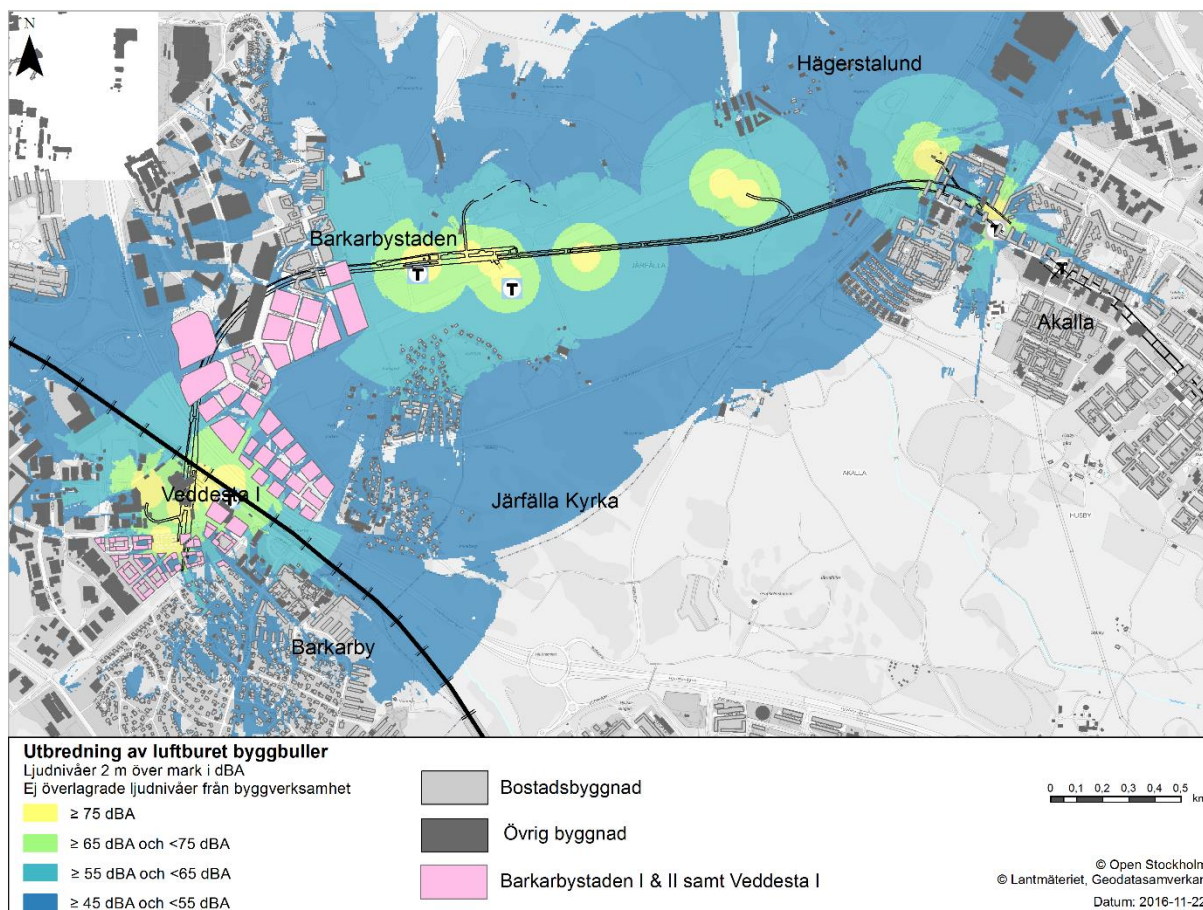
Läge (Figur 41)	Beskrivning	Dimensionerande arbetsmoment	Källhöjd (m)	Ljudeffekt L _{WA} (dBA)
1	Akalla Utvidgning av befintligt schakt, tillfartsväg arbetstunnel A1	Spontning	4	122
2	Nedlagd flygplats, mellan Akalla och Barkarbystaden Tillfartsväg arbetstunnel A2	Spontning	4	122
3	Barkarbystaden Ventilationsschakt, stations- uppgångar	Spontning Pålning Bergborrning	4 4 1	122 124 122
4	Barkarby station Ventilationsschakt, stations- uppgångar, arbetstunnel C4	Spontning Pålning Bergborrning	4 4 1	122 124 122

Tabell 11. Uppskattning av tid under vilken bullrande arbeten kan pågå. Arbets- och servicetunnlarnas läge redovisas i Figur 22.

Läge (Figur 41)	Område	Preliminär tid under vilken bullrande arbeten kan pågå (antal veckor)
1	Akalla (servicetunnel A1)	4
2	Nedlagd flygplats, mellan Akalla och Barkarbystaden (arbetstunnel A2 och schakt)	10
3	Barkarbystaden (stationsuppgångar, schakt med mera)	12
4	Barkarbystation (stationsuppgångar, schakt med mera)	18

Observera att beräkningarna avser punktkällor. I varje arbetsområde har lägen för källplacering antagits och de beräknade värdena redovisas för respektive mottagare. Varje beräkning omfattar endast en ljudkälla utan eventuella sammanlagringseffekter. Det innebär att det kan finnas lägen som genererar högre ljudnivåer i en viss punkt än vad som redovisas här, liksom att flera ljudkällor som pågår samtidigt kan ge en högre total ljudnivå. Ljudet från en enskild källa kan också vara kortvarigt, och kanske endast pågå under några få dagar. Resultatet är en illustration av

byggbuller i området, men utgör inte någon redovisning av de byggbullernivåer som faktiskt kommer att uppstå i området, då detta beror på faktorer som bland annat arbetsmetoder, val av utrustning, arbetstider, tidplan och väderleksförhållanden.



Figur 42. Illustration av möjlig utbredning av luftburet byggbuller från punktkällor i arbetsområdet. Ljudnivåer är inte sammanlagrade och bullrande verksamhet kommer inte att ske i alla punkter samtidigt.

I Figur 42 visas en illustration av hur luftburet buller sprids från olika bullerkällor inom arbetsområdet. Figuren kan ses som en bild över risken för inom vilka områden byggbuller kan orsaka störningar. Den är dock inte en illustration av verkligheten. Bullrande verksamheter kommer inte att pågå samtidigt i alla områden och i varje område pågår bullrande verksamhet endast under en del av anläggningstiden. Ljudkällorna är inte sammanlagrade, det vill säga att den redovisade ljudnivån i varje punkt kommer från den mest dominerande källan i punkten. Den använda beräkningsmodellen utgår från topografi och skärmande bebyggelse. Om två bullerkällor pågår samtidigt och dessa bidrar med lika hög ljudnivå i en viss punkt så blir nivån i denna punkt 3 dBA högre än vad bilden visar.

Ljudnivåerna förändras även över tid allteftersom arbetet sker på olika höjd i förhållande till marknivån, arbetsmomenten växlar etcetera.

En krossanläggning kan komma att placeras vid etableringen norr om dagens landningsbana, för att hantera de bergmassor som uppkommer i samband med byggentreprenaden. En separat

utredning har gjorts avseende buller från krossanläggningen där man studerat två alternativa ytor för krossen. Utredningen visar att önskat riktvärde på 50 dBA (riktvärdet kvällstid vardagar och dagtid på helger) klaras vid nuvarande bostäder då kross placeras utan skyddsåtgärder inom "säker ljudzon". Önskat riktvärde på 40 dBA under natt klaras vid nuvarande bostäder utan skyddsåtgärder inom "säker ljudzon" (se separat PM krossanläggning).

Backljud från fordon kan anses vara störande även fast riktvärde klaras. Detta är på grund av den tjutande karaktären som backljud oftast har.

Lastbilstransporter kommer att ske till och från området med bergmassor från tunneldrivningen och med byggmaterial till arbetsplatsen. Den primära transportvägen till och från området planeras gå till Norrviksvägen, se Figur 22. Här förväntas upp mot 250 fordon passera per dag. Den ekvivalenta ljudnivån från trafiken på utfartsvägen, med en hastighet på 30 km/h, blir cirka 55 dBA på tio meters avstånd. På 40 meter avstånd är den ekvivalenta ljudnivån cirka 45 dBA, vilket motsvarar riktvärdet för byggbuller vid bostäder nattetid. Närmaste bostad ligger på cirka 150 meters avstånd. Riktvärdet för maximal ljudnivå, högst 70 dBA nattetid. Närmaste bostad ligger på cirka 150 meters avstånd. Naturvårdsverkets riktvärde för maximal ljudnivå, högst 70 dBA nattetid, innehålls på cirka 30 meters avstånd från vägen.

Trafiken på det allmänna vägnätet och på Mälarbanan kan i vissa fall fungera maskerande på byggbullret, då byggverksamheten pågår på ett större avstånd och trafiken befinner sig närmare mottagaren. I vissa fall kommer dock byggbullret att kunna uppfattas på relativt långa avstånd eftersom frekvensinnehåll och ljudbild skiljer sig från trafikbullrets mer jämna brus, exempelvis vid slag i samband med pålning eller spontning.

I avsnittet nedan visas beräknade byggbullernivåer inomhus i bostadshus och skolor i respektive område utan hänsyn till eventuella skyddsåtgärder. Vid bedömningen av behovet av eventuella åtgärder med avseende på byggbuller kommer i första hand inomhusnivåerna att gälla.

Ljudnivån inomhus är beroende av byggnadens konstruktion och utformning och varierar mellan olika byggnader. Eftersom fasadisoleringen inte är känd, används schablonvärden. I projektet för utbyggd tunnelbana används följande standardvärden för fasaders förmåga att reducera yttre byggbuller.

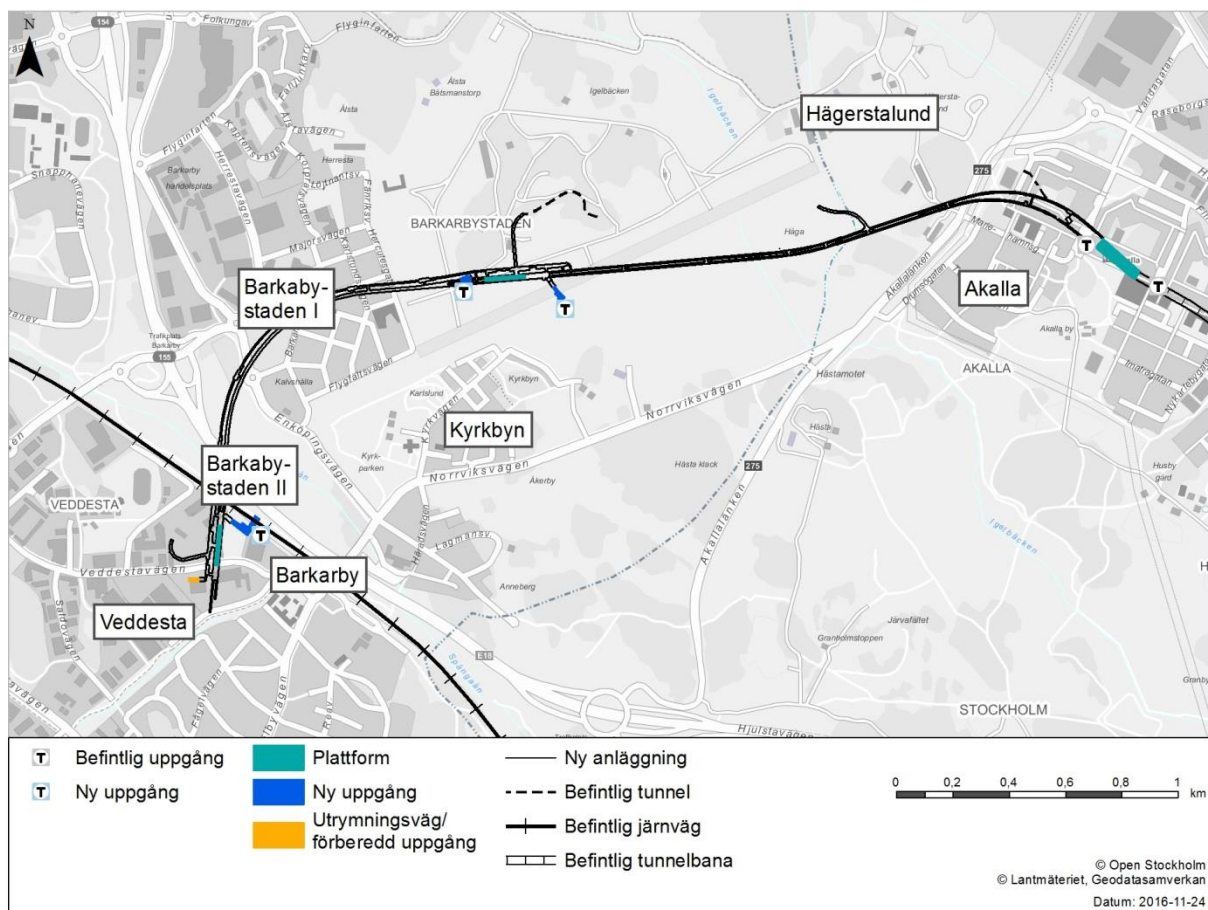
$\Delta = 30$ dBA för reduktion av buller från bullriga mark- och schaktarbeten som borrhning, pålning, spontning och masshantering.

$\Delta = 25$ dBA för reduktion av buller från tung byggtrafik

(Δ avser här ljudnivåskillnad ute-inne i dBA där utenvärde anges som frifältsvärde och nivå inne avser ett möblerat boningsrum).

Dessa värden är schablonvärden och ska användas som sådana. Det innebär att den största andelen av fastighetsbeståndet bedöms uppnå dessa värden även om byggnader med lägre fasadisolering förekommer. Resultatet från användning av schablonvärdena är därmed ingen garanti på att inomhusnivåer uppfylls utan är en kvalificerad bedömning. I samband med eventuella fasadåtgärder inventeras berörda fastigheters fasader genom ljudmätning.

Områdesbenämningar redovisas i Figur 43.



Figur 43. Berörda områden samt de benämningar som används för dessa i denna rapport.

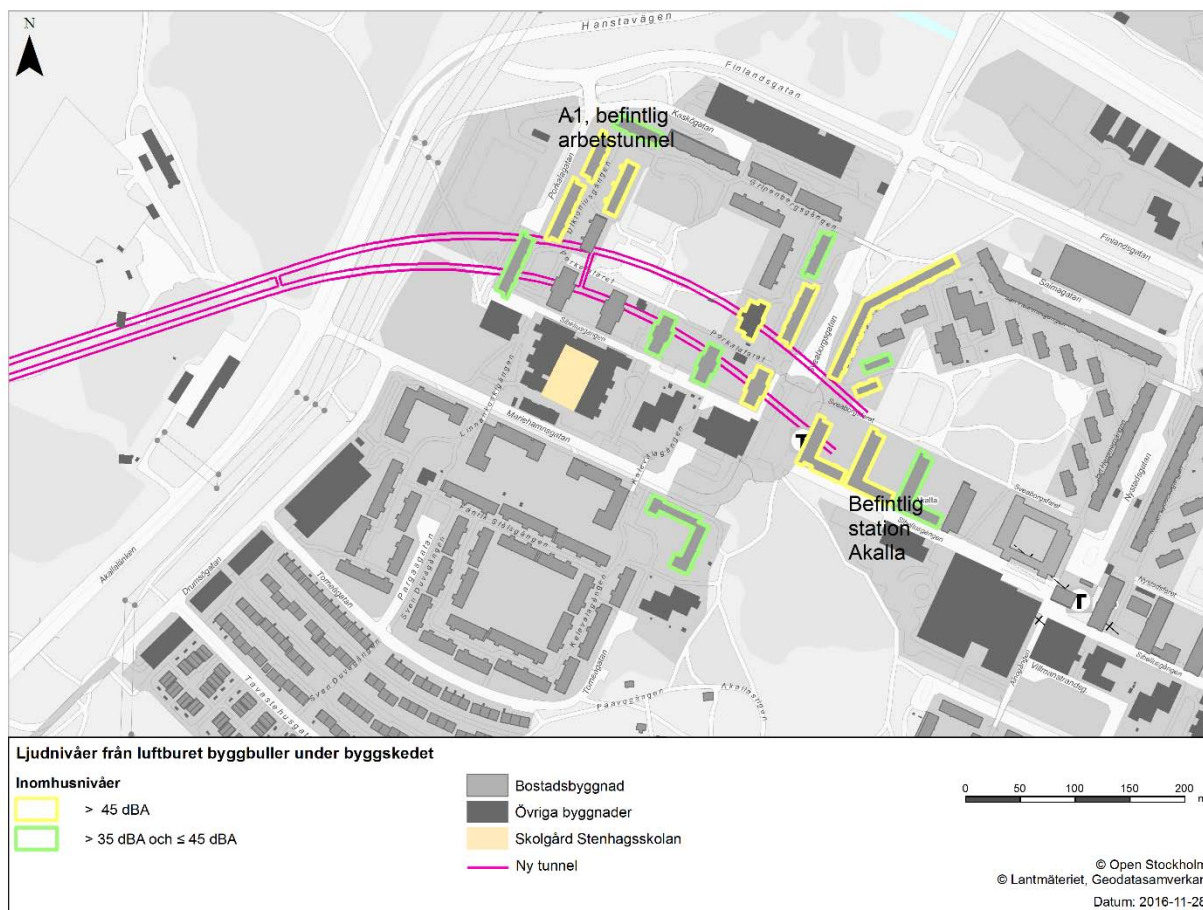
I figurerna för specifika områden nedan redovisas högsta beräknade byggbullernivå inomhus vid bostäder utmed den planerade tunnelbanesträckan. Vid byggnader som markerats med gul färg finns risk för byggbullernivåer över 45 dBA inomhus, vilket motsvarar riktvärdet dagtid (klockan 07-19). Vid byggnader som markerats med grön färg finns risk för byggbullernivåer över 35 dBA inomhus, vilket motsvarar riktvärdet kvällstid (klockan 19-22) samt dagtid på lördagar, söndagar och helgdagar. Ljudnivån motsvarar den högsta beräknade ljudnivån utan eventuella skyddsåtgärder. I många fall kommer den bullrande aktiviteten ha en begränsad varaktighet, men alla uppskattningar av varaktighet för bullrande aktiviteter är mycket osäkra och kan komma att förändras vid produktionsplaneringen. Arbeten som människor kan uppleva som buller kan pågå under betydligt längre tider.

Akalla

I Akalla är det framför allt flerfamiljshusen i den västra delen av området som riskerar överskridanden av luftburet byggbuller se Figur 44.

Vid spontning för det utvidgade schaktet i Akalla beräknas byggbullernivåer upp mot 85 dBA vid de mest utsatta bostadsfasaderna i fastigheterna Sveaborg och Porkala. Detta motsvarar en inomhusnivå på 55 dBA vilket är cirka 10 dBA högre än riktvärdet för byggbuller inomhus. Vid Sveaborgsskolan kan byggbullernivåer upp mot 76 dBA vid fasad uppstå, vilket kan ge ljudnivåer på cirka 45 dBA inomhus.

Eventuell spontning vid mynningen till den befintliga arbetstunneln A1 som ska bli ny servicetunnel till tunnelbanan kan ge ekvivalenta byggbullernivåer upp mot 85 dBA vid de mest fasaderna i fastigheten Porkala.



Figur 44. Riskillustration för luftburet byggbuller i Akalla utan hänsyn till eventuella skyddsåtgärder. Observera att endast bostadshus och skolbyggnader färgmarkerats.

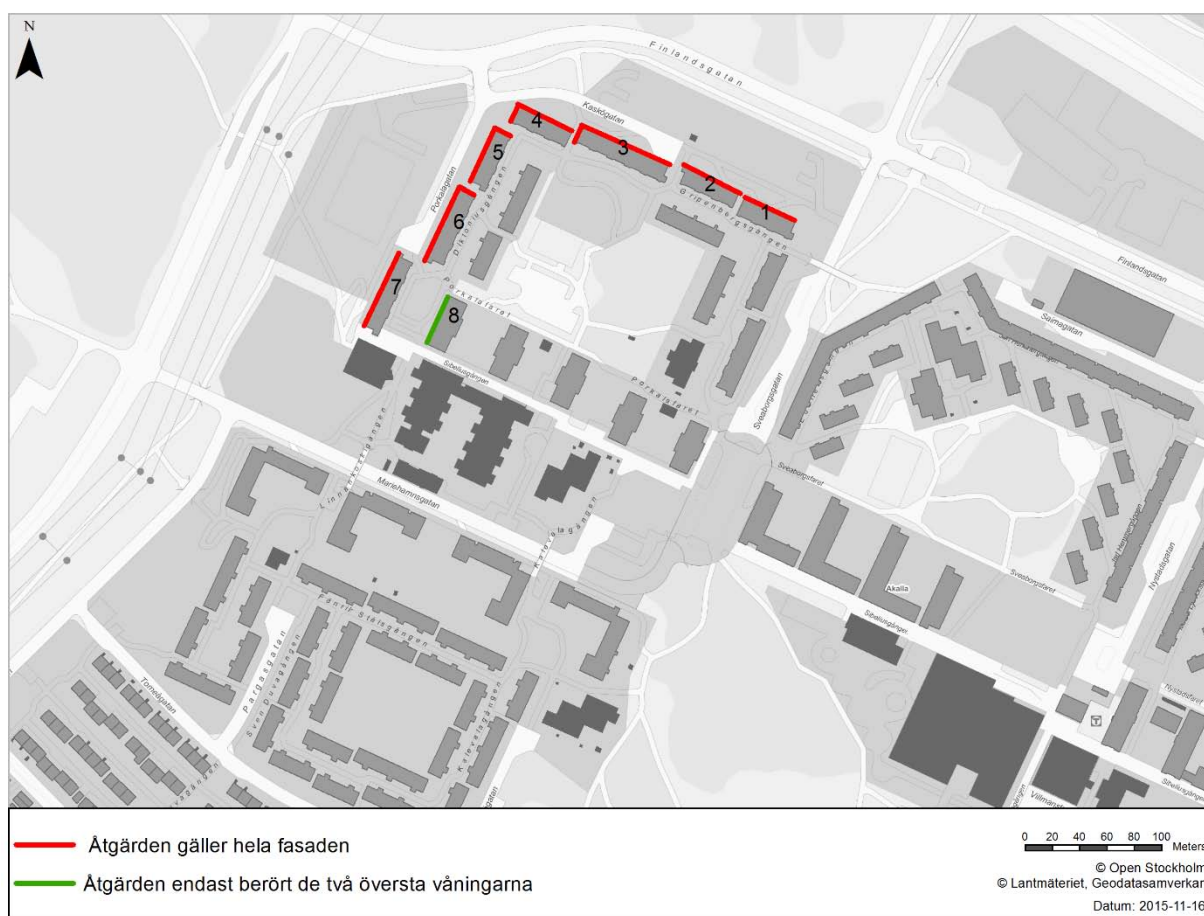
I Porkala har ett stort antal bostäder varit aktuella för fönsteråtgärder som ökar ljudisoleringen med anledning av byggandet av Förbifart Stockholm. Fasader mot väster och norr enligt Figur 45 har åtgärdats. Där åtgärder vidtagits bedöms fasaderna dämpa ljudet med cirka 35 dBA med avseende på byggbuller. Trots åtgärderna bedöms byggbullernivån inomhus att tillfälligt kunna överstiga riktvärdet inomhus i de mest utsatta punkterna i samband med spontning intill mynningen för arbetstunnel A1. Denna aktivitet kan ge upphov till byggbullernivåer inomhus på upp mot 50 dBA i de berörda bostäderna, vilket innebär att riktvärdet för byggbuller inomhus överskrids.

Vid Stenhagsskolan blir den beräknade byggbullernivån från spontning upp mot 63 dBA vid mest utsatta fasad, mot nordväst. Vid övriga fasader beräknas nivån inte bli över 60 dBA. Det innebär att riktvärdet inomhus i undervisningslokaler klaras. På skolgården, markerad med gult i Figur 44 beräknas ljudnivån bli högst 55 dBA. För skolgårdar finns inga riktvärden avseende byggbuller framtagna, men nivån kan jämföras med det riktvärde för trafikbuller på skolgårdar som ofta används och som är 55 dBA.

Även förskolan Akalla Hill, som ligger i kvarteret Pargas, får nivåer upp mot 62 dBA, vid fasad mot norr. Vid övriga fasader och på gårdsytor är dock nivån lägre än 55 dBA. Vid övriga skolor och förskolor i området beräknas ljudnivåer under 55 dBA med avseende på luftburet byggbuller.

Vid arbetstunnel A1 kommer enskilda transporter kunna ge maximala ljudnivåer på cirka 60 dBA vid mest utsatta fasader i Porkala. Riktvärdet för byggbuller inomhus med avseende på dessa transporter bedöms dock klaras.

Byggaktiviteter för anläggandet av arbetstunnel A2 vid den nedlagda flygplatsen kan ge byggbullernivåer på knappt 55 dBA utomhus vid parhusen i den västra delen av Akalla. Riktvärdet för byggbuller inomhus beräknas inte att överskridas. Dessa arbeten beräknas pågå under cirka tre månaders tid. Därefter planeras utlastning av berg att ske för transport till mellanlagring. Transporterna från arbetstunnel A2 beräknas inte ge byggbullernivåer över riktvärdet vid några bostäder, även om transporterna sker nattetid.



Figur 45. Fasader där fönsteråtgärder vidtagits med anledning av Förbifart Stockholm. Röd markering innebär att åtgärden gäller hela fasaden, grön markering innebär att åtgärd endast berört de två översta våningarna.

Hägerstalund

Norr om Akalla ligger några fastigheter med fastighetsbeteckning Hägerstalund. Bostäderna riskerar att få byggbullernivåer utomhus på upp mot 55 dBA i samband med spontningsarbeten för arbetstunnel A2, vid den nedlagda flygplatsen mellan Akalla och Barkarbystaden, och arbetstunnel A1, i Akalla. Utomhusnivåerna beräknas dock ej överskrida riktvärdet utomhus dagtid på vardagar, och även riktvärdet inomhus beräknas klaras. Bullrande arbeten kan komma att pågå intermittent under cirka 4 veckor i Akalla respektive 10 veckor vid arbetstunnel A2 vid den nedlagda flygplatsen.

Järfälla kyrkby

Området vid Järfälla kyrkby kommer att beröras av byggbuller från aktiviteter framför allt vid Barkarbystadens station. Bullrande arbeten kan komma att pågå intermittent under preliminärt cirka tolv veckor vid Barkarbystadens station. Framför allt pålningsarbeten kan orsaka nivåer över 60 dBA vid bostäder i den nordöstra delen av bostadsområdet. Riktvärdet för byggbuller inomhus klaras om verksamhet inte pågår nattetid.

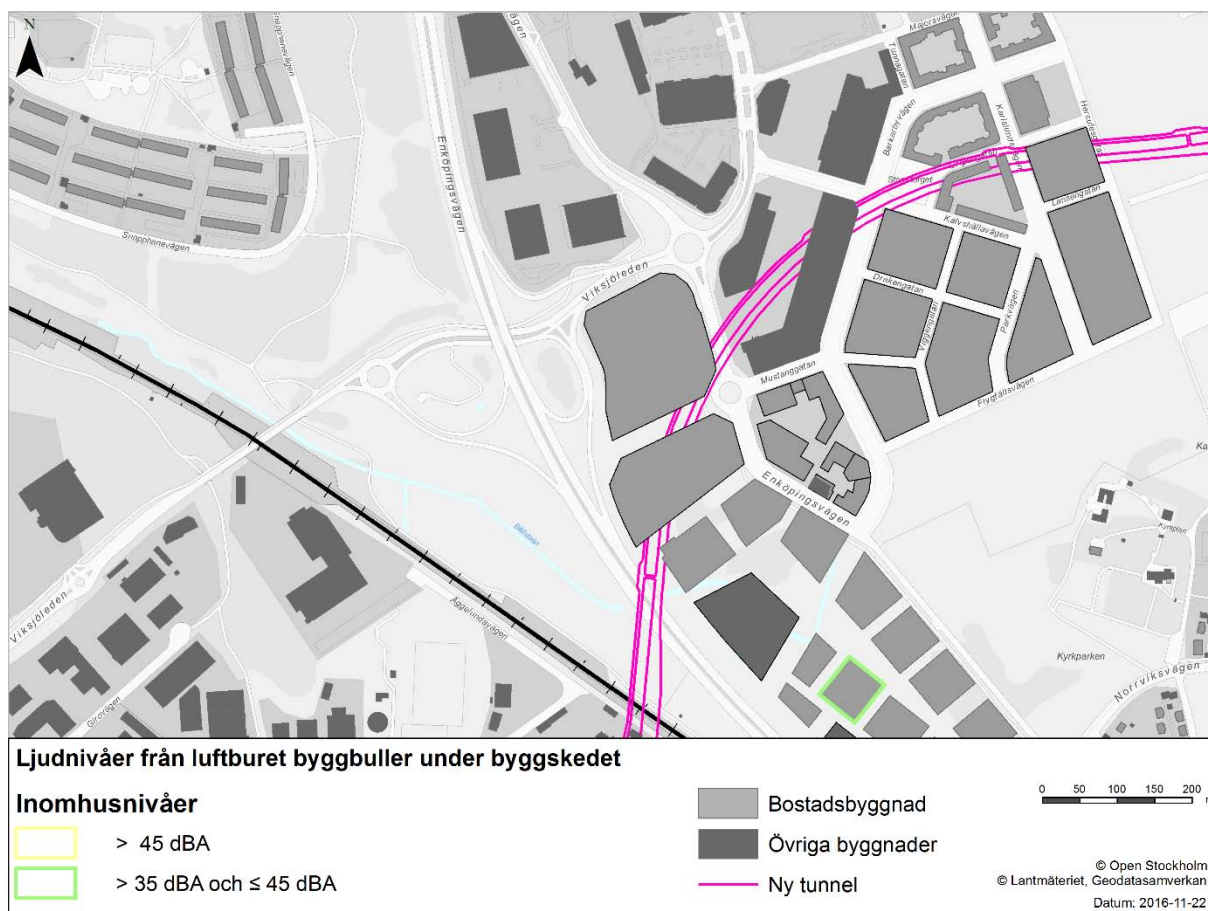
Om Barkarbystaden II inte är utbyggd när tunnelbanan byggs kommer byggbullernivåerna i Kyrkbyn att bli högre med avseende på byggaktiviteterna vid Barkarby station. I den södra delen av Kyrkbyn, utmed Enköpingsvägen kan nivåerna bli upp mot 10 dBA högre utan Barkarbystaden II. Byggbullernivåerna utomhus beräknas dock inte överskrida 60 dBA vid bostäder utomhus vid bostäder och riktvärden inomhus klaras.

Barkarby staden I och II

De delar av Barkarbystaden I som är utbyggda idag kan få byggbullernivåer över 50 dBA vid byggaktiviteter i samband med utbyggnaden av station Barkarbystaden. De mest bullrande arbetsmomenten kan komma att pågå intermittent under sammanlagt cirka två månader i detta område, men utspridda över längre tid. Pålning kan ge nivåer upp mot 60 dBA i de mest utsatta byggnaderna. Riktvärdet för byggbuller inomhus beräknas att klaras. Även andra bulleralstrande aktiviteter kan förekomma under andra tider.

De delar av Barkarbystaden I och II som idag ännu ej är utbyggda påverkas av byggaktiviteter vid både Barkarby station och Barkarbystadens station. Om och hur länge en viss fastighet kan få höga byggbullernivåer från tunnelbaneutbyggnaden beror på hur långt utbyggnaden av bebyggelsen kommit. Även byggverksamhet med avseende på den nya bebyggelsen genererar byggbuller.

En utbyggd Barkarbystaden II fungerar som skärm mellan byggaktiviteterna för Barkarby station och bostäderna i Barkarbystaden I. Om Barkarbystaden II inte är utbyggd när tunnelbanan byggs kommer byggbullernivåerna i Barkarbystaden I att bli högre, i vissa fall med över 5 dBA, med avseende på byggaktiviteterna vid Barkarby station. Nivåerna beräknas dock inte överstiga 60 dBA utomhus.



Figur 46. Riskillustration för luftburet byggbuller i Barkarbystaden I och II utan hänsyn till eventuella skyddsåtgärder. Observera att endast bostadshus/-fastigheter färgmarkerats.

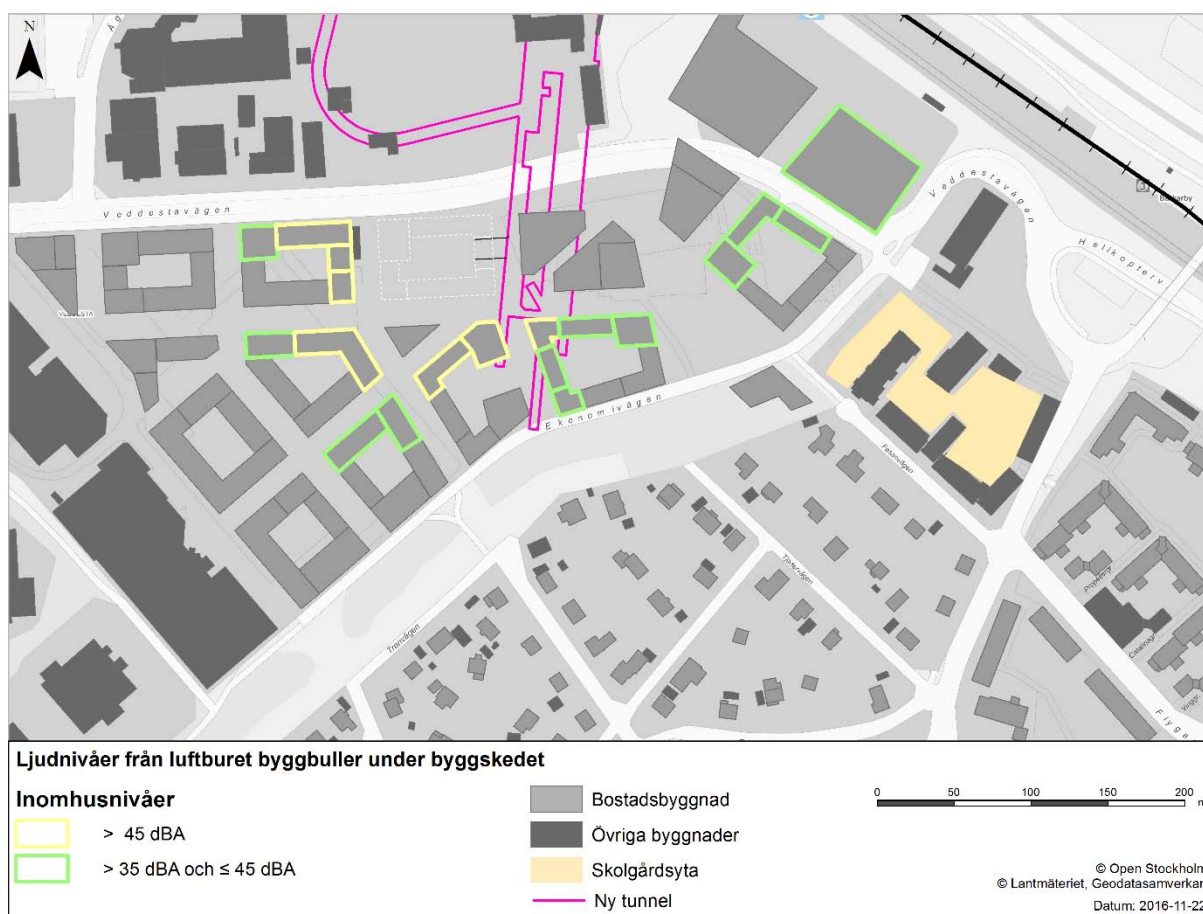
Barkarby och Veddesta 1

Vid Barkarby station byggs en ny uppgång med anslutning mot pendeltågsstationen/Mälarbanan, ventilationsschakt och en utrymningsväg, vilka ger upphov till bullrande byggaktiviteter som spontning, bergborrning och pålning. Bullrande arbeten kommer att vara utspridda över längre tid, allt eftersom arbetet fortskrider i olika delar.

Nya bostadskvarter planeras i den södra delen av det som idag är Veddesta industriområde, som gränsar mot Barkarby villabebyggelse. I beräkningarna har denna bebyggelse antagits vara färdigställd bortsett från de kvarter som kommer i direkt konflikt med tunnelbanans utbyggnad. Vid fasader nära byggverksamhet kan byggbullernivåerna bli upp mot 80 dBA. Vid sådana fasadnivåer finns risk för att riktvärden för inomhusnivåer överskrids.

Med den nya stadsdelen Veddesta 1 utbyggd beräknas byggbullernivåer över 50 dBA förekomma vid ett stort antal byggnader i de idag befintliga bostäderna i Barkarby. Den kuperade terrängen, vilken innebär att både källor och mottagarpunkter kan ligga högt och oskärmade, bidrar till bullerspridningen i området. I många fall är dock den högsta framräknade byggbullernivån endast strax över 50 dBA. Ett fåtal enfamiljshus riskerar att få utomhusnivåer över 60 dBA, vilket innebär att det finns risk för överskridanden av inomhusnivån nattetid om bullrande verksamhet förekommer. I övrigt beräknas riktvärdet för byggbuller inomhus att klaras.

Vid Barkarbyskolan beräknas att byggbullernivåer utomhus över 60 dBA kan uppkomma. På skolgården kan nivåer upp mot 55 dBA förekomma i samband med pålningsarbeten. Riktvärden inomhus bedöms klaras.



Figur 47. Riskillustration för luftburet byggbuller i Barkarby utan hänsyn till eventuella skyddsåtgärder. Observera att endast bostadshus och skolbyggnader färgmarkerats.

Om den nya bostadsbebyggelsen i Veddesta inte finns på plats vid utbyggnaden av tunnelbanan, kommer byggbullernivåerna vid den befintliga bebyggelsen i Barkarby att vid mest utsatta byggnader bli över 20 dBA högre. Ljudnivåer upp mot 65 dBA kan förekomma, vilket innebär att riktvärdet för byggbuller inomhus kan komma att överskridas om bullrande aktiviteter pågår nattetid. Byggtrafik beräknas dock ej ge nivåer över riktvärdet inomhus.

Vid Barkarbyskolan, kan byggbullernivåer upp mot 65 dBA uppkomma vid den nordvästra delen av skolans område, om området inte skärmas av ny bebyggelse i Veddesta. På mer skyddade delar av skolgården beräknas dock nivån inte överstiga 55 dBA.

8.1.5 Stomljud

8.1.5.1 Nollalternativ

Nollalternativets utbyggnad innehåller anläggande av Förbifart Stockholm vilket innebär byggande av en stor tunnel. Störande stomljud under byggtiden kommer att uppstå i delar av Akalla under en period även i nollalternativet. Trafikverket genomför skyddsåtgärder för att minimera störningarna.

8.1.5.2 Utbyggt alternativ

Vid tunneldrivning i berg finns ett antal delmoment som kan ge upphov till stomljud i närliggande byggnader. Först och främst är det bergborrning av olika slag som i både omfattning i tid och i höga ljudnivåer kan påverka människor i omgivningen.

Vid tunneldrivning i berg finns ett antal olika moment där borrning förekommer, exempelvis inför eventuell förinjektering för tätning av berget mot grundvatteninträngning, hål för sprängämne inför varje sprängsalva samt vid efterinjektering om det finns behov av detta.

Borrljudet upplevs som ett malande knackande ljud. Bergborrning pågår ofta flera timmar i sträck, då det ofta är många och långa hål som ska borraras med stora diametrar. När borrning inför sprängsalvan är klar laddas hålen med sprängämne, vilket är en stomljudsfri aktivitet. Vid sprängning av tunnlar sprängs inte alla laddningar på en gång utan de olika laddningarna detonerar, av sprängtekniska skäl, med en viss fördröjning vilket ger lägre vibrationer i omgivande byggnader och mark. Sprängningen upplevs som ett 5-10 sekunder långt ”smattrande”.

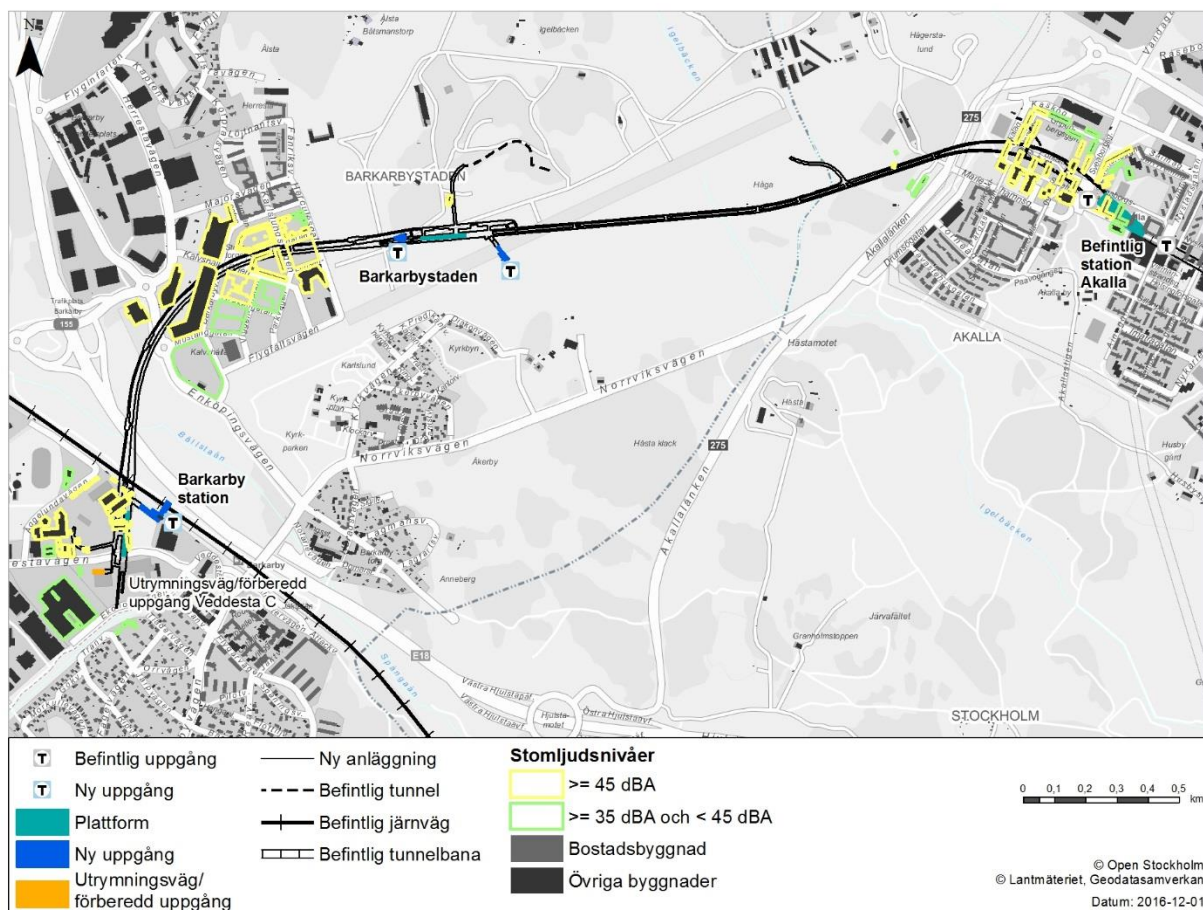
För boende och verksamma i närheten av tunneln kan ljudet vid borrning upplevas som mycket störande. Då tunneln, framför allt i Akalla, inte ligger särskilt djupt under mark, som närmast på cirka 20 meters djup, finns risk för höga stomljudsnivåer, uppåt 55 dBA eller högre, i närliggande byggnaders nedre våningsplan.

Efter sprängning är det dags för så kallad skrotning och utlastning av sprängstenen ur tunneln. Vid skrotning knackas löst sittande berg bort från tunneltak och tunnelvägg med hjälp av en hydraulhammare eller liknande. Skrotningen orsakar vibrationer som kan höras som stomljud i omkringliggande byggnader. Utlastning av det lossprängda berget sker i regel utan risk för störning i form av stomljud. Vid arbets-/tillfartstunneln kan dock lastbilstransporterna ge upphov till störning i form av luftburet buller.

Slutligen kan berget vid behov förstärkas med bergbultar och/eller sprutbetong. Borrning av bultarna kan ge upphov till stomljud, om än i betydligt mindre skala än vid övrig ovan nämnd borrning.

I Figur 48 presenteras de byggnader som bedöms få ljudnivåer inomhus över 45 dBA (gula) respektive 35 dBA (gröna) i samband med borrning av tunnelrören. Nivåerna i figuren representerar ljudnivån i byggnadernas entréplan och förutsätter att byggnaderna är grundlagda

direkt på berg. Detta är ett konservativt antagande och stomljudsnivåerna kommer sannolikt att bli lägre än de beräknade.



Figur 48. Områden med risk för stomljuds nivåer över 45 dBA respektive 35 dBA i bottenvåning.

Tunneldrivningen kommer att ske med olika hastighet beroende på hur känslig omgivningen är för stomljuds störningar. Där tunneldrivningen går i anslutning till bebyggelse räknar man med att driva tunneln med lägre hastighet. Detta möjliggör exempelvis större anpassning av arbetstiderna för att i möjligaste mån minska störningarna. Då tunneln drivs i områden utan bebyggelse kan drivningshastigheten ökas.

Vid en tunneldrivningshastighet om 10 meter per arbetad vecka, med parallell drivning i samtliga tunnelrör, beräknas enskilda boende i de nedre våningsplanen i Akalla utsättas för stomljuds nivåer över 45 dBA i 8-11 veckor och över 35 dBA i 16 - 26 veckor från borring i samband med tunneldrivningen.

Beroende på extra hänsyn till omgivningen kan tiden då borring kan utföras begränsas till några timmar per dag vilket medför att varaktigheten blir lång. Preliminära bedömningar ger att borring och sprängning sammanlagt kan pågå i perioder under Akalla i upp till två års tid. Även för Barkarbystaden I kommer borring och sprängning att pågå periodvis ett antal timmar per dag under cirka två år då tunnelrören drivs parallellt. Siffrorna gäller för tiden då någon del av respektive område störs av stömljud. En enskild boende beräknas kunna utsättas för stomljuds nivåer över 45 dBA i cirka 11 veckor under ett halvårs tid i de mest utsatta lägena.

Oftast sjunker ljudnivån för varje våningsplan uppåt i en byggnad. I beräkningsmodellerna som använts i detta projekt antas stomljuds-nivån avta med 2 dB per våningsplan. I realiteten kan avtagandet vara både större och mindre. I Akalla bedöms mest utsatta byggnader få ekvivalenta ljudnivåer över 45 dBA upp till och med nionde våningen. Stora variationer kommer dock att förekomma beroende på underliggande bergs skick, byggnadernas grundläggning, typ av byggnadskonstruktion, antal borrhuggar som är igång samtidigt med mera. Därför bör både ljudnivåer och antagen tid för påverkan ses som ungefärliga. Vid beräkningarna har hänsyn inte tagits till stationernas byggnation, tvärtunnlar, olika former av teknikutrymmen, nischer i berget med mera. På några platser är det därför sannolikt att höga ljudnivåer kommer att förekomma under en ännu längre tid.

Akalla är det område där flest bostäder kommer att påverkas av stomljudsstörningar. De mest utsatta fastigheterna är de som är belägna direkt ovan tunnlarna. Fastigheter med höga stomljuds-nivåer är Sveaborg 1, 2 och 9, Porkala 4 samt Porkala 7 - 14.

Specialskolan, Sveaborgsskolan, som ligger i Porkala 5 kommer att få mycket höga stomljuds-nivåer under lång tid men även Stenhagsskolan i fastigheten Mariehamn 3 får stomljuds-nivåer över 45 dBA under längre perioder.

I Barkarbystaden finns ett antal fastigheter med bostäder som kommer att få stomljudsstörningar under längre tid. Antalet störda fastigheter är inte lika omfattande som i Akalla, med dagens utbyggnad.

I Barkarbystaden är det boende i fastigheterna Barkarby 2:28 – 2:31, 2:33, 2:36, 2:39 samt 2:40 - 2:43 som kommer att få de högsta stomljuds-nivåerna. Skolan i Barkarby 2:34 kommer att få stomljuds-nivåer över 45 dBA.

I Veddesta är inga bostadsfastigheter utsatta för stömljud över 45 dBA. Två bostadsfastigheter får stomljuds-nivåer på 35 – 45 dBA. De berörda fastigheterna är Barsbro 1:122 och Barsbro 1:123.

8.1.6 Samlad bedömning av konsekvenser av bullerstörningar

Luft- eller stömljud från byggplatser är normalt inte av sådan styrka att det kan orsaka hörselskador, men sådant buller kan ge upphov till olika typer störningar till exempel effekter under insomningsfasen och sömnfasen. Samtalsstörningar uppkommer genom att buller kan maskera talet och därigenom försvårar möjligheten att föra samtal.

Psykosociala effekter och symptom, som irritabilitet, huvudvärk och trötthet, kan uppkomma vid långvarig exponering för buller. Forskning har visat att det även kan leda till ökad stress, som innebär en ökad risk för förhöjt blodtryck och i förlängningen risk för hjärt- och kärlsjukdomar. Buller är också en stressfaktor som i samverkan med andra belastningsfaktorer, och beroende på individens känslighet, kan förstärka andra psykosociala och psykosomatiska besvär.

Tunneldrivning i den aktuella omfattningen kommer, framför allt i Akalla, men även i utbyggda delar av Barkarbystaden och Veddesta, att påverka många människor genom bland annat bullerstörning. Bergborrning i samband med tunneldrivning bedöms vara det arbetsmoment som ger upphov till störst störning genom långvariga och relativt starka borrhugg.

Preliminära bedömningar ger att boende och verksamheter i Akalla bedöms utsättas för stomljuds-nivåer från borrhugg och sprängning över 45 dBA i perioder under två års tid. Även för Barkarbystaden I kommer borrhugg och sprängning att pågå periodvis ett antal timmar per dag under cirka två år då tunnelrören drivs parallellt. Även delar av Veddesta berörs av stömljud från tunneldrivningen. Siffrorna bygger på en framdrivningshastighet på cirka 10 meter per vecka. För att säkerställa de beräknade stomljuds-nivåerna föreslås vidare utredning i form av bland annat mätningar i ett så tidigt skede som möjligt.

Byggverksamheten ger även upphov till luftburet buller från exempelvis spontning, bergbörning och transporter, som kan påverka boende och verksamheter i närområdet. En rad skyddsåtgärder och andra försiktighetsmått kommer att vidtas för att minimera risken för störande buller och stomljud under byggtiden. Byggbullernivåerna kan påverkas genom exempelvis val av arbetsmetoder och utrustning, lokala skärmar och arbetstider. Störande buller kan dock inte undvikas helt, men ambitionen är att riskerna för störningar ska identifieras tidigt och om möjligt förebyggas.

En samlad bedömning av värde, effekt och konsekvens med och utan åtgärder för olika bostadsområden redovisas i Tabell 12. Av tabellen kan man utläsa att utan skyddsåtgärder kommer byggbuller och stomljud att generera stora negativa konsekvenser för bostadsområden utmed sträckan. Med skyddsåtgärder kan bullerstörningarna minska men inte helt utebli. Konsekvenserna bedöms bli måttliga eftersom störningarna är mer tillfälliga. Ju större andel av den planerade utbyggnaden av som kommer till stånd innan tunnelbanan byggs desto större negativa konsekvenser får detta under byggtiden.

Tabell 12. Samlad bedömning buller under byggtiden, utan och med hänsyn till eventuella skyddsåtgärder.

Delområde / Typ	Värde / känslighet	Effekt	Konsekvenser
Akalla (utan skyddsåtgärd)	Hög känslighet <i>Tätt bebyggt område med många boende och känsliga verksamheter som skolor och förskolor, inklusive särskola för barn med funktionshinder.</i>	Stor negativ effekt <i>Utbyggnad av tunnelbana orsakar luftburet byggbuller och ger periodvis höga stomljudsnivåer i angränsande byggnader.</i>	Stora negativa konsekvenser
Akalla (med skyddsåtgärd)	Hög känslighet	Måttlig negativ effekt <i>Trots åtgärder kommer boende att delvis bli störda</i>	Måttliga - stora negativa konsekvenser
Hägerstalund (utan skyddsåtgärd)	Låg känslighet <i>Fåtal bostäder, få boende</i>	Ingen negativ effekt <i>Riktvärden för byggbuller klaras inomhus samt vid fasad dagtid</i>	Inga negativa konsekvenser
Hägerstalund (med skyddsåtgärder)	Låg känslighet	Ingen negativ effekt <i>Riktvärden för byggbuller klaras inomhus samt vid fasad dagtid</i>	Inga negativa konsekvenser
Järfälla kyrkby (utan skyddsåtgärd)	Måttlig känslighet <i>Bostadsområden med relativt glest liggande enfamiljshus, förskola</i>	Liten negativ effekt <i>Fastigheterna berörs av byggbullernivåer framför allt vid byggverksamhet vid Barkarbystadens station. Endast ett fåtal fastigheter bedöms få nivåer över riktvärdet för byggbuller om verksamhet pågår nattetid.</i>	Små negativa konsekvenser

Delområde / Typ	Värde / känslighet	Effekt	Konsekvenser
Järfälla kyrkby (med skyddsåtgärd)	Måttlig känslighet	Ingen negativ effekt <i>Riktvärden för byggbuller innehålls inomhus samt vid fasad dagtid.</i>	Inga negativa konsekvenser
Barkarby (utan skyddsåtgärd)	Hög känslighet <i>Bostadsområde med blandad bebyggelse, med både flerfamiljshus och enfamiljshus. Många boende och känsliga verksamheter som skolor och förskolor.</i>	Liten negativ effekt <i>Med ny stadsbebyggelse i Veddesta bedöms ett fåtal bostäder i Barkarby få ljudnivåer över riktvärdet för natt inomhus.</i>	Små negativa konsekvenser
Barkarby (med skyddsåtgärd)	Hög känslighet	Liten negativ effekt <i>Riktvärden för byggbuller klaras inomhus samt vid fasad dagtid.</i>	Inga negativa konsekvenser
Barkarbystaden (utan skyddsåtgärd)	Hög känslighet <i>Området kommer att vara tätbebyggt med många boende. Skolor och annan känslig verksamhet kan förekomma.</i>	Stor negativ effekt <i>Delar av området utsätts periodvis för höga stomljudsnivåer i angränsande byggnader.</i>	Stora negativa konsekvenser
Barkarbystaden (med skyddsåtgärd)	Hög känslighet	Måttlig negativ effekt <i>Trots åtgärder kommer boende att delvis bli störda.</i>	Måttliga-stora negativa konsekvenser
Veddesta (utan skyddsåtgärder)	Hög känslighet <i>Området kommer att vara tätbebyggt med många boende. Övriga verksamheter ej kända.</i>	Stor negativ effekt <i>Utbyggnad av tunnelbana orsakar luftburet buller och ger höga stomljudsnivåer i angränsande byggnader</i>	Stora negativa konsekvenser
Veddesta (med skyddsåtgärder)	Hög känslighet	Måttlig negativ effekt <i>Trots åtgärder kommer boende att delvis bli störda</i>	Måttliga - stora negativa konsekvenser

8.2 Kumulativa konsekvenser av buller

Genom att Förbifart Stockholm kommer att byggas i samma område under samma tidsperiod kan bullerstörningar för bostäder i Akalla orsakas av både vägutbyggnaden och tunnelbaneutbyggnaden. Det är inte känt idag i vilken ordning arbetena kommer att ske. Nedan beskrivs olika scenarier översiktligt.

Inga andra bostadsområden berörs av sammanlagda bullerstörningar från dessa projekt.

8.2.1 Förbifart Stockholm byggs före tunnelbanan

I nordvästra Akalla kommer några bostäder att utsättas av stomljuds nivåer på 35-45 dBA från vägutbyggnaden. Därefter kommer störningen från tunnelbaneutbyggnaden med ljudnivåer på över 45 dBA. Total tid för ljudnivåer över riktvärdet går idag inte att säga.

För luftburet buller gäller att bostäderna i nordvästra Akalla riskerar att bli störda av buller från arbeten i markplan under byggtiden från vägutbyggnaden. Utan åtgärder kommer bostäderna närmast vägutbyggnadens arbetsområde tidvis få bullernivåer över riktvärdena, bland annat riskerar spontning att medföra bullernivåer på cirka 75-80 dBA vid de mest utsatta fasaderna.

Tunnelbaneutbyggnaden medför ljudnivåer i samma storleksordning som arbetena med Förbifart Stockholm. De högsta ljudnivåerna förekommer under några veckor. Trafikverket har genomfört fönsteråtgärder vilket förbättrar situationen i vissa fastigheter men vid de mest bullrande arbetsmomenten kommer inte riktvärdena inomhus att klaras. Den samlade ljudnivån från luftburet buller förekommer därmed under längre tid men blir inte högre om projekten genomförs skilda i tid.

8.2.2 Förbifart Stockholm byggs samtidigt med tunnelbanan

Skulle arbetena med vägutbyggnaden och tunnelbaneutbyggnaden ske samtidigt kan en sammanlagring av stomljuden ske. Det är inte säkert att den resulterande ljudnivån blir högre i en viss punkt eftersom man kanske borrar olika tider och på olika avstånd. Om borrning sker samtidigt så blir ljudnivån troligen högst 1-2 dB högre än de enskilda bidragen var för sig. Fler bostäder kan då riskera att få stomljuds nivåer över riktvärdena. Den sammanlagda tiden för störning blir kortare om projekten genomförs samtidigt.

Vad gäller luftburet buller så kommer det sannolikt låta under längre sammanhängande tid, alltså att de "tysta" stunderna blir färre och kortare. Däremot är det inte känt om de resulterande ljudnivåerna blir högre. Den sammanlagda tiden för störning blir kortare om projekten genomförs samtidigt.

8.3 Vibrationer

Konsekvenser: Vibrationer

- Normalt kommer vibrationskraven tillämplig Svensk standard att följas.
- Kulturhistoriskt värdefulla byggnader beaktas enligt särskild åtgärdsplan som kommer att följas.
- Några militära byggnader har bedömts ha kulturhistoriskt värde så att grundläggningen behöver analyseras i enlighet med åtgärdsplanen. Sannolikt har de inte vibrationskänslig grundläggning.
- Det bedöms inte bli några negativa konsekvenser med föreslaget arbetssätt.

8.3.1 Allmänt om vibrationer

- Vid sprängningar uppkommer vibrationer i marken, som fortplantar sig som en våg. Vibrationerna är störst närmast sprängningen och dämpas med avståndet från källan.
- Vibrationer uppkommer också vid spontning och pålning. Sådana vibrationer är normalt mindre än vid sprängning.
- Höga vibrationer kan orsaka sprickor i hus och anläggningar, samt påverka vibrationskänslig utrustning.

8.3.2 Bedömningsgrunder

Under byggtiden uppkommer påverkan dels från sprängning dels från spontning och pålning. För dessa arbeten finns standarder formulerade. ”Svensk Standard, SS 460 48 66:2011 – Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader” och Svensk Standard, SS 02 52 11 – Riktvärden och mätmetod för vibrationer i byggnader orsakade av pålning, spontning, schaktning och packning.

De svenska standarderna föreskriver ett arbetssätt, som SLL avser att följa, se bilaga *Åtgärdsplan för vibrationer gällande kulturbyggnader*. Där förekommer begreppen inventeringsområde och besiktningsområde. Inventeringsområdet omfattar de byggnader som utreds med avseende på vibrationer. Besiktningsområdet omfattar de byggnader som besiktas före och efter vibrationsalstrande arbeten utförs. Både för inventeringsområdet och för besiktningsområdet har SLL valt att utöka dessa i förhållande till standarderna. Då det gäller besiktningsområdet föreskrivs i standarden:

- Byggnader grundlagda på berg ska besiktigas inför sprängningsarbeten inom ett område på 50 meter om var sida från tunnelbanan.
- Byggnader grundlagda på lera ska besiktigas inför sprängningsarbeten inom ett område på 50 meter om var sida från tunnelbanan.

Spontnings-, pålnings-, schaktnings- och packningsarbeten alstrar lägre vibrationer än sprängningsarbeten. Det är därför brukligt att begränsa inventeringsområdet till byggnader och konstruktioner på avstånd 20 – 50 meter från arbetena.

Erfarenheterna från större infrastrukturprojekt i Stockholmsområdet är att inventerings- och besiktningsområdet i de svenska standarderna är tillräckligt tilltagna vad avser risk för skador på byggnader och anläggningar. Däremot kan vibrationerna upplevas ”skrämmande” och kännas av på stora avstånd även om det inte finns någon risk för skada på byggnader eller anläggningar.

Detta har medfört att inventeringsområdet valts till 150 meter i flera stora infrastrukturprojekt i Stockholm vilket även SLL valt som avstånd i utbyggnaden av tunnelbanan. De avstånd som angetts ovan och även i fortsättningen, om inte annat anges, avser horisontella mått.

Erfarenheterna från anläggandet av Citybanan talar för att det inte finns någon anledning att utöka inventeringsområdet för kulturminnesmärkta byggnader. Ett inventeringsområde på 150 meter täcker mer än väl även denna typ av byggnader.

Någon bedömningsskala redovisas inte för konsekvenser av skador från vibrationer eftersom arbetssättet utgår ifrån att bebyggelse inte ska skadas.

8.3.3 Nollalternativ

I ett nollalternativ kommer även Förbifart Stockholm att anläggas, vilket kommer att medföra vibrationer under byggtiden från spontning, pålning och sprängning. Enligt förförande enligt standarderna *Svensk Standard, SS 460 48 66:2011* och *SS 02 52 11* antas det inte medföra några negativa konsekvenser för byggnader i Akalla i nollalternativet.

8.3.4 Utbyggt alternativ

Vibrationsnivån i byggnader på avstånd i plan på 150 meter från tunnelsprängningar på olika djup under markytan kan förväntas ligga mellan som högst 2-3 mm/s för byggnader grundlagda på berg. För byggnader grundlagda på lera förväntas vibrationsnivån vara något lägre.

Riktvärdet för vibrationer enligt svensk standard för normala byggnader grundlagda på berg och på ett radiellt avstånd av 150 – 175 meter ligger på cirka 20 mm/s. Förväntade vibrationsnivåer på avstånd i ytterkanten av inventeringsområdet på 150 meter är med andra ord mindre än 15 procent av riktvärdet. Även om detta är låga vibrationer när man beaktar påkänningar på byggnaderna så kan de ändå komma att upplevas som störande av en del personer.

Om arbetssättet ovan följs är riskerna för skador på byggnader liten och de negativa konsekvenserna blir små eller obefintliga.

8.3.4.1 Kulturhistoriskt värdefulla byggnader

Nedan redovisas en sammanställning av de kulturhistoriskt värdefulla byggnader som identifierats utifrån inventeringsområdet för vibrationer.

Ingen av byggnaderna har pekats ut i något kommunalt eller annat officiellt dokument. Orsaken är att militär verksamhet pågått i det område byggnaderna är belägna fram till nyligen. Det kulturhistoriska värdet har stämts av med kommunantikvarie, kulturmiljöplan för Järfälla kommun och Översiktsplan för Järfälla utgör referenshandlingar där jämförbara objekt beskrivits och värderats.

- Byggnad 4, flygledartorn på Robothöjden med väderavdelning och signalavdelning uppförd 1952. Stommen består troligen av betong eller tegel. Betongsockel och putsad fasad. Högt kulturhistoriskt värde.
- Byggnad 97, expeditionsbyggnad till berghangaren uppförd 1953. Expeditionsbyggnaden ligger på södra sidan av Robothöjden. Stomme av betong eller tegel. Betongsockel och fasad av slätputs. Högt kulturhistoriskt värde.
- Berghangaren uppförd 1951-1958. Hangaren är helt nedsänkt från markytan, och har två stycken 300-500 meter långa lutande uppfartstunnlar, vilka är sammankopplade med en huvudtunnel. Högt kulturhistoriskt värde.

-
- Legend:**
- Stations:**
 - T Befintlig uppgång
 - T Ny uppgång
 - Plattform
 - Ny uppgång
 - Utrymningsväg/ förberedd uppgång
 - Tracks:**
 - Ny anläggning
 - - - Befintlig tunnel
 - + Befintlig järnväg
 - Befintlig tunnelbana
 - Buildings and Areas:**
 - Område med risk för vibrationsstörning
 - Byggnader flygflottli
 - Robotplatta
 - Berghangar
- Scale:** 0 0.2 0.4 0.6 0.8 1 km
- Copyright:** © Open Stockholm
© Lantmäteriet, Geodatasamverkan
Datum: 2016-11-24

Följande miljö finns utpekad på Stockholms stads kulturhistoriska klassificeringskarta, färgerna avser deras klassificering:

Området berörs delvis av området där skada kan befaras att uppkomma. Till största delen betongkonstruktioner. *Måttligt (Medelhögt)/något lägre kulturhistoriskt värde.*

128

8.4 Masshantering och transporter

8.4.1 Generell masshanteringsplan

SLL har tagit fram en generell masshanteringsplan. Bilaga B1 till denna MKB. Den generella masshanteringsplanen syftar till att redovisa de berg- och jordmassor som uppstår i de olika delprojekten inom tunnelbaneutbyggnaden, regionens behov av bergmassor och möjliga användningsområden. Planen utgör underlag för hur delprojekten ska arbeta med masshantering.

I Stockholms län finns ett stort behov av bergmassor till infrastruktur och bostadsbyggande. Behovet ligger på cirka tolv miljoner ton per år. Eftersom det finns ett stort behov av bergmassor är bergmassor som uppkommer vid byggande av bergtunnlar en biprodukt som både har ett ekonomiskt värde och är en efterfrågad produkt i regionen.

För att minimera de kostnader, utsläpp och omgivningsstörningar som transporter genererar eftersträvas att i första hand hantera massorna lokalt, och när det är möjligt utan tillfälliga upplag och krossning. Att massorna kommer till direkt användning i ett närbeläget projekt är den möjlighet som först ska utvärderas. I det fall det inte är möjligt att transportera massorna till ett mottagningsprojekt transporteras massorna till en mottagningsanläggning.

Krossning av bergmassor i närheten av arbetstunnlarna är ett relevant alternativ som kan minimera transporter av bergmassor. Vid anläggande av krossanläggning kommer skyddsåtgärder att vidtas för att minimera påverkan för närboende.

Som beskrivits ovan finns troligen möjlighet att använda bergmassorna i projekt i tunnelbanans närhet. Masshanteringen bör inte regleras i föreliggande prövning enligt miljöbalken eftersom man då begränsar möjligheterna att hitta de bästa och miljömässigt mest motiverade lösningarna för masshanteringen.

Förutsättningarna ser olika ut inom de olika delprojekten, till exempel vad gäller tillgång till ytor för upplag och krossning samt närhet till samtida byggprojekt, och det innebär att det finns fördelar med en styrning som medger en flexibilitet i hur massorna ska hanteras. Då kan lösningarna anpassas efter de lokala premisserna.

För att skapa goda förutsättningar för lokala lösningar är det viktigt att ha en nära dialog med berörda kommuner. Genom ett tätt samarbete med kommunerna ökar möjligheterna att massorna kan återanvändas i de projekt som planeras inom kommunen.

8.4.2 Transporter

Tunnelberg är planerat att i huvudsak tas ut från arbetstunneln A2 och servicetunnlarna B1 och C4. A1 kommer att användas för begränsade mängder berguttag. Arbetstunnlarna redovisas i Figur 22. För att begränsa störningarna i Akalla är ambitionen att huvudsakligen transportera ut bergmassor via tunnel A2 framför A1. A1 kommer däremot under hela byggtiden att användas för andra transporter. Arbetstunnlarna är placerade med hänsyn till att arbetet ska kunna bedrivas och att transporterna så snabbt som möjligt komma fram till det större vägnätet utan att passera bostadsbebyggelse.

Etableringar och lägen för arbetstunnlar har planerats för att minimera bergtransporter på allmänna vägar. Transporter som sker på det allmänna vägnätet kommer att utföras med lastbil. I de fall transporter enbart sker på arbetsvägar kan dumper komma att användas. Bergmassor som tas ut från A2 och B1 kommer att transporteras till yta för upplag och kross på befintlig nedlagd flygplats. Bergmassor från arbetstunneln C4 kommer att transporteras kortaste vägen till yta för

upplag och eventuell kross längs Äggelundavägen, Veddestavägen, Viksjöleden, Enköpingsvägen och Norrviksvägen.

Behovet av att utföra krossning av berg beror på vilken användning som bergmassorna kommer att få. Krossning ger möjligheter att återanvända materialet i närområdet och det förädlade materialet kan användas till att bygga vägar och planer. En viss del kommer i så fall också att återanvändas i tunnlarna som slitlager och underballast.

I det fall allt berg ska krossas kommer i storleksordning cirka 740 000 kubikmeter krossat berg att erhållas (volymen beror dock på fraktion). Inom planerad yta finns plats för cirka 175 000 kubikmeter krossat berg vilket motsvarar berguttag från tunnlarna/stationerna för cirka sex månader. Potentiell uttransport av krossat berg från etableringsområde BE2 kommer att ske via provisorisk väg till Enköpingsvägen.

Teoretisk bergmängd som ska tas ur är cirka 550 000 fasta m³ eller 1 460 000 ton. I den teoretiska bergmängden har ett tillägg på 10 procent lagts till för överberg. En schablon för överberg har tagits med eftersom det inte går att spränga exakt efter konturen på tunneln, vilket innebär att den verkliga utsprängda volymen berg kommer att överstiga den teoretiska volymen.

Nedanstående mängder (Tabell 13) är en uppskattning av vad som planeras att tas ut genom respektive arbetstunnel. Enligt den av projektet framtagna produktionstidplanen pågår berguttaget genom respektive arbetstunnel under preliminärt drygt två år.

Med antagandet att berguttaget är jämnt fördelat för perioden erhålls en uppskattad mängd berg per månad enligt

Tabell 14. I tabellen redovisas även genomsnittligt uttag per dygn samt uppskattning av antal transporter.

Tabell 14 visar att cirka 22 000 kubikmeter per månad transporteras ut från de tre arbetstunnlarna.

Tabell 13. Mängder berg

	A2 (inklusive A1)	B1	C4
Berg från arbetstunnel	15 000 m ³	12 000 m ³	15 000 m ³
Berg från spårtunnel	137 000 m ³	56 000 m ³	37 000 m ³
Berg från servicetunnel inkl. tvärtunnlar	-	56 000 m ³	16 000 m ³
Berg från station, teknikutrymmen, uppgångar	-	125 000 m ³	94 000 m ³
Summa	152 000 m ³	249 000 m ³	162 000 m ³

Tabell 14. Medeluttag av berg

Arbets-tunnel	Tidsperiod	Medeluttag per månad	Medeluttag per dygn	Transport per dygn *	Antagen biltyp
A2 tillsammans med A1	24 månader	6 500 m ³ /mån	250 m ³ /dygn	50 passager	Dumper
B1	28 månader	9 000 m ³ /mån	350 m ³ /dygn	70 passager	Dumper
C4	27 månader	6000 m ³ /mån	230 m ³ /dygn	50 passager	Trail/boggi 50/50

* I antalet transporter ingår även returtransporter till tunnel med tom bil.

8.4.3 Kross och upplag

Om möjligt ska berg från tunneln återanvändas i närområdet. Beroende på användning kan berget köras direkt till slutlig yta eller via upplag och kross. Projektet kan, om det finns behov för det, komma att krossa berg för att tillhandahålla de fraktioner som det finns behov av.

Upplag och kross kan komma att placeras vid den nedlagda flygplatsen mot berg. På planerad yta finns plats för cirka 175 000 kubikmeter krossat berg, vilket ungefär motsvarar berguttaget för cirka åtta månader. SLL bedömer i dagsläget att detta kommer att räcka, men om behov i senare skede uppkommer för ytterligare upplag eller krossning av berg behöver etableringsytorna utökas. Syftet med en sådan hantering skulle vara att möjliggöra en lagring av berget så att de kan användas i närområdet och därmed minska behovet av transporter. Det är inte möjligt eller önskvärt att i detta tidiga skede exakt låsa hanteringen av massor. SLL har emellertid för avsikt att jobba aktivt med att massorna ska komma till användning i närområdet och därmed minska transportererna, se avsnitt 8.4.1.

Om allt berg krossas kommer drygt (beroende på fraktion) 740 000 m³ krossat berg att erhållas.

Nuvarande ansökan omfattar inte krossning. Skulle det i framtiden bli aktuellt med lokal krossning av bergmassor, kommer detta att hanteras i vederbörlig ordning (anmälningsförfarande).

8.5 Luftkvalitet

För luftföroreningar i utomhusluft som konsekvenser av ett infrastrukturprojekt gäller generellt att sådana kan uppkomma dels under drifttiden, dels i byggtiden. Under byggtiden uppkommer en mängd transporter, maskiner som drivs av förbrännings-motorer används och vissa arbetsmoment såsom bergskross kan orsaka emissioner av partiklar till utomhusluft. Detta kan sammantaget med befintliga aktiviteter i samhället orsaka konsekvenser i form av höga halter lokalt.

Under byggtiden genomförs ett antal aktiviteter som medför direkt och indirekt utsläpp till luft. Maskiner i form av främst grävare utför schaktarbete ovan jord, lastbilar och dumpers genomför transporter av jordschakt och berg. Schaktmassor transporteras bort till deponi, i huvudsak via E18 och E4. Transportvägar ovan jord går från mynning av arbetstunnlar till eventuell kross och

tillbaka samt ut på allmän väg. Insatsmaterial i övrigt transporteras in från antingen E18 eller E4. Alla transporter antas ske en väg, det vill säga återresan sker med tomt fordon.

Utifrån produktionstidplanen (aug 2015) har de första två produktionsåren identifierats som de år som medför största utsläpp till luft och följaktligen dimensionerande för bedömning av eventuella överskridanden av miljökvalitetsnormen. Dessa år används som förutsättning i bedömningen nedan.

Utöver transportarbetet skapas utsläpp till luft ovan mark från maskiner med förbränningsmotorer. Dessa utgörs i huvudsak av grävare som utför schaktning och lastning av jord samt spontarbete. Beräkningarna antar att schaktarbetet ovan jord kommer att pågå mellan 07:00 och 17:00 vilket innebär en arbetstid på omkring tre månader. Det ger sammantaget omkring 600 maskintimmar.

Utsläpp från aktiviteter ovan jord innebär ett visst tillskott av kväveoxider och partiklar. Mängden är beroende på antal transporter och maskintimmar. Totalhalter i närområdet bedöms öka med några få mikrogram per kubikmeter räknat som dygnsmedelvärden, både för NO₂ (kvävedioxid) och PM₁₀ (slitagepartiklar mindre än tiotusendels millimeter), och intill de transportleder och arbetsområden som används. På lite längre avstånd, intill bostäder och där människor vanligtvis förväntas uppehålla sig, är effekterna minimala.

Vid sprängning och evakuering av spränggaser inträffar en kortvarig förhöjning av spränggaser precis i anslutning till tunnelmynningen. Beräkningar och uppföljning från olika tunnelprojekt under senare år (exempelvis Södra Länken) visar att dessa gaser späds ut och sprids tämligen fort i omgivningsluften och bedöms inte innebära några hälsoeffekter eller medverka till att någon miljökvalitetsnorm överskrids.

Sammantaget kan konstateras att under det år som planeras få de mest intensiva utsläppen till luft (2018) förväntas byggprocessen inte orsaka mer än ytterst marginella effekter på totalhalter av NO₂ och PM₁₀. Det blir inget överskridande av miljökvalitetsnormerna.

8.6 Hantering av förorenade massor

Inom de områden där djupa schakter ska utföras och där föroreningar har påträffats kommer i senare skede en förtätad provtagning att ske för att kunna klassa de massor som kommer att behöva schaktas bort inom entreprenaden. Innan denna förtätade provtagning behöver exakt placering och utbredning av schaktområde vara bestämt. Föreslagna områden för provtagning redovisas i förundersökningsrapport miljö.

Inom de områden som kommer att utgöras av etableringsytor och där förorening har påträffats i marken kommer SLL att avgränsa föroreningen för att få mer exakt kunskap om påträffad förorenings utbredning inför avetablering.

Ett område innehåller mycket höga föroreningshalter ytligt i marken (över Avfall Sveriges rekommenderade riktvärden för farligt avfall). Där kommer SLL att genomföra någon form av åtgärd för att säkerställa en god arbetsmiljö för de som kommer att vara aktiva inom området.

8.7 Rekreation

I Akalla kommer etableringsområde AE1 att ta en del av Stenhagens bollplan i anspråk. Platsen är vald för att komma nära tunnelpåslaget som ska rustas upp och har samordnats med den planerade Förbifart Stockholm. Utgångspunkten är att planen ska vara lika stor under byggskedet som den är idag. Det kan ge små negativa konsekvenser genom att planen riskerar att blir mer bullerstörd. Blir planen mindre ger det ytterligare negativa konsekvenser genom att verksamheten begränsas.

9 Indirekta konsekvenser av sökt verksamhet

I detta avsnitt beskrivs de storskaliga och långsiktiga indirekta miljökonsekvenserna som alltså inte är direkt kopplade till grundvattenbortledningen. De indirekta miljökonsekvenserna är kopplade till drifttiden som sträcker sig över lång tid och bedöms som varaktiga.

9.1 Klimat

Att bygga ut och driftsätta tunnelbanan skapar bättre möjligheter att resa till och från Akalla-Barkarby med kollektivtrafik än nollalternativet. Utbyggnadsförslaget medger en större utbyggnad än nollalternativet vilket ger positiva konsekvenser för klimatet regionalt genom att denna typ av resande släpper ut mindre växthusgaser än motsvarande resor med till exempel personbil och buss. Några exakta prognoser av projektets klimatpåverkan i förhållande till nollalternativet är inte möjliga att utföra, då omfattningen på kollektivt resande beror av många olika faktorer. Sammantaget bedöms de indirekta konsekvenserna för klimat under drifttiden av det aktuella projektet som positiva i relation till nollalternativet.

9.2 Människors hälsa

Utbyggnaden och driften av tunnelbanan innebär bättre möjligheter att resa till och från Akalla-Barkarby med kollektivtrafik än nollalternativet genom att förslaget medför en större utbyggnad. Därmed finns det en potential för att minska transporterna med personbil från andra delar av regionen. Under drifttiden kommer hela sträckningen av den nya tunnelbanan mellan Akalla och Barkarby station ligga under mark. Med stomljuddämpande åtgärder under spår och/eller byggnader så undviks störningar som annars riskerar uppstå under anläggningens drifttid. Anläggningar som exempelvis ventilationsschakt utformas så att Naturvårdsverkets riktlinjer för externt industribuller klaras.

Konsekvenserna av detta är positiva, då utsläpp av föroreningar, påverkan från buller och påverkan från partiklar från vägslitage kan minska i förhållande till nollalternativet.

Sammantaget bedöms de indirekta konsekvenserna för människors hälsa under drifttiden av det aktuella projektet som positiva.

9.3 Hushållning med mark och landskap

Genom att bygga ut kollektivtrafiken med tunnelbana och att i möjligaste mån förlägga såväl tunnlar och anläggningar under mark hushåller SLL med marken i Stockholmregionen, vilket gynnar landskapet. Lokaliseringen av bland annat en arbetstunnel, ett ventilationstorn och en dagvattendamm har anpassats för att minimera negativ påverkan på kulturmiljön. Marken kan då användas för andra ändamål som angelägna i en expansiv storstadsregion, till exempel för nya bostäder, nya arbetsplatser eller som rekreatiomsområde.

Sammantaget bedöms den indirekta konsekvensen för hushållningen med mark och landskap under drifttiden av det aktuella projektet som positiv i relation till nollalternativet.

10 Samlad bedömning

Tunnelbaneutbyggnaden i sin helhet ger positiva konsekvenser för klimatet regionalt genom att resande med kollektivtrafik släpper ut mindre växthusgaser än vid motsvarande resor med till exempel personbil och buss. Utbyggnaden ger också positiva konsekvenser för hälsan, då utsläpp av föroreningar, påverkan från buller och påverkan från partiklar från vägslitage kan minska i förhållande till nollalternativet. Vad gäller konsekvenserna av vattenverksamheten så innebär tunnlar att det blir dränering i området. Det är normalt förfarande att täta tunnlar för att minimera inläckaget. Kvarvarande inläckage ger olika konsekvenser beroende på omgivningens förutsättningar. I detta projekt finns det delsträckor med mycket genomsläpplig jord och berg vilket tillsammans med infrastruktur som är känslig för sättningar kräver att man har beredskap för ytterligare skyddsåtgärder, exempelvis skyddsinfiltration.

Nedan följer en sammanställning av de konsekvenser som kan uppstå av vattenverksamheten under bygg- och drifttiden för varje miljöaspekt. Konsekvenserna redovisas enbart inklusive de skyddsåtgärder som SLL kommer att genomföra.

Tabell 15. Samlad bedömning av konsekvenser av grundvattenborledning under bygge och drifttid samt störningar under byggtiden.

Miljöaspekt	Konsekvenser	Skyddsåtgärder
Grundvatten-bortledning		
Grundvatten i jord, och marksättningar	Delar av sträckan har jordarter med hög vattengenomsläpplighet och längs med sträckan finns viktig infrastruktur. Med skyddsinfiltration längs med känsliga delar av sträckan kommer det att bli inga eller små negativa konsekvenser.	Skyddsinfiltration genomförs vid behov under bygg- och drifttid för delar av sträckan. Tättningsåtgärder för permanenta och temporära konstruktioner behöver vara effektiva.
Grundvatten i berg och energibrunnar	Grundvattennivån i berg kommer att sänkas. Få känsliga objekt som kan påverkas negativt ligger i närheten. Det bedöms inte uppstå några negativa konsekvenser vare sig under bygg- eller drifttiden.	
Spridning av föroreningar	Med skyddsåtgärder under byggtiden kommer projektet inte att innebära negativa konsekvenser utifrån risken för spridning och exponering. Under drifttiden kan positiva miljökonsekvenser erhållas då mängden förorening och risken för spridning kan minska när förorenade massor transporterats bort från etablerade schaktområden.	Kontrollprogram upprättas och skyddsåtgärder genomförs för att säkerställa att ingen spridning sker av föroreningar under byggtiden.
Ytvatten	Med planerade skyddsåtgärder bedöms inga eller små negativa konsekvenser för recipienterna (Bällstaån, Igelbäcken och Edsviken via Järva dagvattentunnel) uppstå från dagvatten under byggtiden. Med planerade skyddsåtgärder bedöms förväntad vattenkvalitet för bortlett dränvatten vara samma som grundvattenkvaliteten. Då blir det inga negativa konsekvenser för recipienten.	Omhändertagande och rening av förorenat dagvatten. Kvävehaltigt vatten leds till spillvattennät. Beredskap för olyckor med miljöfarligt utsläpp. VA-station med oljeavskiljning och sedimentering.
Naturmiljö	Projektet bedöms inte medföra några negativa konsekvenser på Hansta Natura 2000-område. För Igelbäcken, Djupanbäcken och Stordiket kommer små eller inga	För passagen under Djupanbäcken krävs extra tätning av arbetstunneln. Vid behov återförs vatten till bäcken.

	negativa konsekvenser att uppstå under bygg- eller drifttiden	
Kulturmiljö	Fornlämningar kommer inte att påverkas av grundvattensänkning.	
Övriga störningar under byggtiden		
Buller och stomljud	Luftburet buller och stomljud kommer att orsaka störningar för flera bostadsområden. Speciellt vissa bostäder i Akalla är utsatta.	Åtgärdsplan för buller och stomljud används för att minska störningarna. Bland annat erbjuds tillfällig vistelse där behov finns.
Vibrationer	Med föreslaget arbetssätt för kulturhistoriska byggnader är risken för skador liten. Det blir små eller inga negativa konsekvenser. Komfortstörningar under byggtiden kan förekomma.	Åtgärdsplan för vibrationer gällande kulturbyggnader används. Vibrationskänslig verksamhet och utrustning skyddas.
Masshantering	Bergmassorna från utbyggnaden kommer att återanvändas inom projektet eller inom regionen.	SLL Masshanteringsplan kommer att användas.
Luftkvalitet	Byggprocessen förväntas inte orsaka mer än ytterst marginella effekter på totalhalter av kvävedioxid och partiklar. Det blir inget överskridande av miljökvalitetsnormerna.	

11 Miljömål

11.1 Nationella miljömål

De nationella miljö kvalitetsmålen består av ett generationsmål, 16 miljö kvalitetsmål samt flera etappmål. Generationsmålet utgör målet och inriktningen för Sveriges miljö politik: ”Det övergripande målet för miljö politiken är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljö problemen i Sverige är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser”.

Målet ger både stöd i arbetet att skydda naturvärden samt vägledning i den samhällsomställning som behöver göras för att klara målet. Enligt generationsmålet ska svensk miljö politik bland annat arbeta för att ”Andelen förnybar energi ökar och att energianvändningen är effektiv med minimal påverkan på miljön”.

Miljö kvalitetsmålen anger det tillstånd i miljön som miljö arbetet ska leda till. De miljö mål som är mest relevanta för ansökan om tillstånd för grundvattenbortledning i projektet har skrivits med fetstil nedan.

- 1. Begränsad klimatpåverkan**
- 2. Frisk luft**
3. Bara naturlig försurning
- 4. Giftfri miljö**
5. Skyddande ozonskikt
6. Säker strålmiljö
7. Ingen övergödning
- 8. Levande sjöar och vattendrag**
- 9. Grundvatten av god kvalitet**
10. Hav i balans samt levande kust och skärgård
- 11. Myllrande våtmarker**
12. Levande skogar
13. Ett rikt odlingslandskap
14. Storslagen fjällmiljö
- 15. God bebyggd miljö**
- 16. Ett rikt växt- och djurliv**

I Tabell 16 beskrivs de utvalda målen och projektets bedömda inverkan på möjligheten att nå miljö målet.

Tabell 16. Relevanta miljömål för ansökan om tillstånd för grundvattenbortledning i projektet och projektets bedömda inverkan på möjligheten att nå miljömålet.

Miljömål	Riksdagens definition	Projektets bedömda inverkan på möjligheten att nå miljömålet
Begränsad miljöpåverkan*	Halten av växthusgaser i atmosfären ska i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig. Målet ska uppnås på ett sådant sätt och i en sådan takt att den biologiska mångfalden bevaras, livsmedelsproduktionen säkerställs och andra mål för hållbar utveckling inte äventyras. Sverige har tillsammans med andra länder ett ansvar för att det globala målet kan uppnås.	Genom att projektet möjliggör för klimateffektiv kollektivtrafik i Stockholms stad och Järfälla kommun bidrar projektet till att nå målet.
Frisk luft*	Luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas.	Projektet skapar förutsättningarna för att människor ska välja att använda kollektivtrafiken och väntas därmed leda till mindre bilåkande än om utbyggnaden inte genomförs, vilket bidrar positivt till målet.
Giftfri miljö*	Förekomsten av ämnen i miljön som har skapats i eller utvunnits av samhället ska inte hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden. Halterna av naturfrämmande ämnen är nära noll och deras påverkan på människors hälsa och ekosystemen är försumbar. Halterna av naturligt förekommande ämnen är nära bakgrunds nivåerna.	Projektet bidrar till måluppfyllelsen genom krav på val av kemikalier i byggtiden samt genom krav på kemiska ämnen i byggnadsmaterial.
Levande sjöar och vattendrag	Sjöar och vattendrag ska vara ekologiskt hållbara och deras variationsrika livsmiljöer ska bevaras. Naturlig produktionsförmåga, biologisk mångfald, kulturmiljövärden samt landskapets ekologiska och vattenhushållande funktion ska bevaras, samtidigt som förutsättningar för friluftsliv värnas.	Projektets föreslagna skyddsåtgärder minimerar negativ påverkan på vattendragen och måluppfyllelsen bedöms inte försvåras.
Grundvatten av god kvalitet	Grundvattnet ska ge en säker och hållbar dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag.	Projektets föreslagna skyddsåtgärder minimerar negativ påverkan på grundvattennivåer. Grundvattenkvaliteten försämras

		inte
Myllrande våtmarker	Våtmarkernas ekologiska och vattenhushållande funktion i landskapet ska bibehållas och värdefulla våtmarker bevaras för framtiden.	Flera våtmarker berörs av projektet. De negativa konsekvenser för de naturvärden som är knutna till dessa bedöms vara inga eller små, varför projektet inte bedöms påverka miljömålet negativt.
God bebyggd miljö*	Städer, tätorter och annan bebyggd miljö ska utgöra en god och hälsosam livsmiljö samt medverka till en god regional och global miljö. Natur- och kulturvärden ska tas till vara och utvecklas. Byggnader och anläggningar ska lokaliseras och utformas på ett miljöanpassat sätt och så att en långsiktigt god hushållning med mark, vatten och andra resurser främjas.	Utbyggnad under mark minimerar intrång i naturmiljöer. Projektet möjliggör för ökad tillgänglighet mellan Stockholms stad och Järfälla kommun, vilket bidrar positivt till miljömålet.
Ett rikt växt- och djurliv*	Den biologiska mångfalden ska bevaras och nyttjas på ett hållbart sätt, för nuvarande och framtida generationer. Arternas livsmiljöer och ekosystemen samt deras funktioner och processer ska värnas. Arter ska kunna fortleva i långsiktigt livskraftiga bestånd med tillräcklig genetisk variation. Människor ska ha tillgång till en god natur- och kulturmiljö med rik biologisk mångfald, som grund för hälsa, livskvalitet och välfärd.	Utbyggnad under mark minimerar intrång i naturmiljöer. Bortledningen av dräneringsvatten under drifttiden från tunnarna är så liten att den inte kommer att orsaka några förändringar av naturmiljön. Måluppfyllelsen bedöms inte försvåras. Projektet bedöms inte påverka målet negativt.

* Miljömål prioriterade av Länsstyrelsen i Stockholms län (2013).

11.2 Regionala miljömål

Stockholms läns landsting har ett miljöpolitiskt program, Miljöutmaning 2016, beslutad av landstingsfullmäktige 2011. Programmet innehåller tre delområden:

- **Klimat effektivitet**
- **Resurseffektivitet**
- Hälsofrämjande miljöarbete

Några delmål är att energianvändningen ska effektiviseras, klimatpåverkan per invånare ska minska, att luftföroreningar och buller ska minska samt att tillgängligheten ska öka (Stockholms läns landsting, 2011).

Projektet bidrar till att uppfylla följande två av de tre målområdena i Stockholms läns landstings miljöpolitiska program:

- **Klimat effektivitet** eftersom att det bidrar till att koldioxidutsläppen från transporter som drivs med fossila bränslen minskar när fler får tillgång till tunnelbana och kan minska sitt bilåkande.
- **Resurseffektivitet** eftersom tunnelbanan ligger under mark kommer den att komma använda mindre markytor än annan motsvarande infrastruktur. Bergmassor från tunneldrivning kan generellt användas till byggnadsmaterial beroende på materialets kvalitet och vilka behov som finns i närområdet.

11.3 Lokala miljömål

11.3.1 Stockholms stads miljöprogram

Stockholms stads miljöprogram

Stockholms stad presenterar de lokala miljömålen i Stockholms stads miljöprogram 2016–2019 som är ett styrdokument som visar stadens ambitioner inom miljöområdet. Miljöprogrammet antogs den 4 april 2016 och gäller fram till slutet av 2019. Programmet består av följande sex övergripande målområden som är kopplade till de nationella miljö kvalitetsmålen:

- **Hållbar energianvändning**
- **Miljöanpassade transporter**
- **Hållbar mark- och vattenanvändning**
- **Resurseffektiva kretslopp**
- **Giftfritt Stockholm**
- Sund inomhusmiljö

De mål som direkt eller indirekt används som bedömningsgrunder för denna miljökonsekvensanalys är markerade med fet stil och beskrivs närmare nedan.

Miljömålet *Hållbar energianvändning* syftar bland annat till att minska klimatpåverkan, effektivisera energianvändningen och växla över till ökad användning av förnybar energi.

Miljömålet *Miljöanpassade transporter* syftar bland annat till att Stockholms stad ska främja kapacitetsstarka och miljöanpassade transporter som kollektivtrafik men även genom högre tillförlitlighet, fossilbränsleoberoende och energieffektivitet hos motoriserade transportslag än idag.

Miljömålet *Hållbar mark- och vattenanvändning* syftar bland annat till att bidra till att nya stadsdelar utformas på bästa möjliga sätt för de boende samt att ingrepp och påverkan på ekosystemets funktioner för växt- och djurliv minimeras (Stockholms stad 2016).

Resurseffektiva kretslopp handlar om att förhindra uppkomsten av avfall. Helst ska man förebygga avfall, i andra hand återanvända, i tredje hand materialåtervinna, i fjärde hand energiåtervinna och som sista åtgärd lägga avfallet på deponi. Allt avfall måste tas omhand på ett korrekt sätt för att inte förorsaka skador på människors hälsa och miljön och möjliggöra en cirkulär ekonomi.

Projektet bidrar till att klara följande av Stockholms stads miljömål:

- *Hållbar energianvändning* eftersom att det bidrar till att koldioxidutsläppen från transporter som drivs med fossila bränslen minskar när fler får tillgång till tunnelbana och kan minska sitt bilåkande.
- *Miljöanpassade transporter* eftersom det leder till att kollektivtrafiken i förhållande till biltrafiken ökar. Projektet skapar förutsättningarna för att människor ska välja att använda

kollektivtrafiken och väntas därmed leda till mindre bilåkande än om utbyggnaden inte genomförs, vilket bidrar positivt till målet.

- *Hållbar mark- och vattenanvändning* eftersom utbyggnaden inte tar mark i anspråk. Mark kan istället användas till annat och den biologiska mångfalden bedöms inte påverkas på ett betydande sätt av projektet. Projektets föreslagna skyddsåtgärder för vatten minimerar negativ påverkan på målet.
- *Resurseffektiva kretslopp* Med planerad masshantering där användbart material ska återanvändas bidrar projektet till måluppfyllelsen
- *Giftfritt Stockholm* eftersom målet bland annat behandlar hur användningen av miljö- och hälsofarliga ämnen i byggmaterial ska undvikas. Vid upphandling av entreprenad kommer det att ställas krav på innehållet av miljö- och hälsofarliga ämnen i varor och kemiska produkter som entreprenören kommer att använda.

11.3.2 Stockholms stads handlingsprogram för god vattenstatus

Stockholms stads handlingsprogram för god vattenstatus antogs av kommunfullmäktige den 9 mars 2015. Handlingsprogrammet anger vägen till en god vattenstatus till år 2021 eller senast till år 2027.

Nytt övergripande mål för Stockholms vattenarbete:

- Stockholms sjöar, kustvatten och vattendrag ska uppnå miljö kvalitetsnormerna för vatten. Detta innebär i de flesta fall god ekologisk och kemisk status till år 2021 eller senast till år 2027.
- För att nå detta mål behöver lokala åtgärdsprogram, med syfte att följa miljö kvalitetsnormerna, vara framtagna för alla stadens vattenförekomster senast år 2018.

Projektet försvårar inte måluppfyllelsen genom att erforderliga reningsåtgärder genomförs inom projektet.

11.3.3 Järfälla kommun

Miljöplan för Järfälla kommun är ett styrande dokument antaget av kommunfullmäktige 19 april 2010. Miljöplanen innehåller en miljöpolicy, ett kommunövergripande målsystem och ett miljöledningssystem. Miljöplanen belyser kommunens miljömål inom de tre områdena:

- **Det klimatsmarta Järfälla**
- Det miljömedvetna Järfälla
- **Det goda livet i Järfälla**

De mål som direkt eller indirekt berörs av projektet är markerade med fet stil och beskrivs närmare nedan.

Miljömålet **Det klimatsmarta Järfälla** belyser att andelen förnybar energi som används per invånare (kWh/ invånare) ska öka med 20 procent till 2020 med 2010 som referensår. Invånarna i Järfälla ska minska sin användning av fossil koldioxid för uppvärmning och transporter med 50 procent till 2020 (mäts i kg/invånare med 1990 som referensår). Användningen av icke-fossila bränslen ska vid resor öka med 30 procent till 2020 med 2010 som referensår. Skapa förutsättningar för att öka användningen av kollektivtrafik och cykel genom att bygga ut kollektivtrafiken och cykelbanor.

Miljömålet **Det goda livet i Järfälla** syftar bland annat till att andelen boende som är bullerstörda av väg- och spårtrafik ska minska med 20 procent till 2020 jämfört med 2009. Arealen biologisk värdefull mark inom befintliga grönområden som genom vård och tillsyn ska

behålla eller öka sina värden ska senast 2020 ha ökat med 20 procent jämfört med 2009. Mälaren och kommunens sjöar och vattendrag ska senast 2020 uppnå god vattenstatus genom åtgärder (Järfälla kommun 2010).

Projektet bidrar till att uppfylla följande av Järfälla kommuns miljömål:

- **Det klimatsmarta Järfälla** Projektet gagnar resande med kollektivtrafik som innebär förutsättningar att minska klimatutsläpp.
- **Det goda livet i Järfälla** Projektet bidrar positivt till målet genom att människor i området kan resa effektivt med kollektivtrafik.

12 Kontrollprogram

Innan byggstart kommer kontrollprogram att upprättas för att säkerställa kontroll och uppföljning av vattenverksamheten och den påverkan som kan uppkomma i omgivningen.

Kontrollprogrammen beskriver vilka kontroller som ska utföras, när åtgärder ska vidtas och hur resultat ska redovisas och kommuniceras med tillsynsmyndigheterna.

Under byggtiden kommer bland annat följande kontroller utföras:

- Mätning av inläckage till bergtunnlar och schakt
- Mätning av grundvattennivåer i jord och berg
- Mätning av sättningsrörelser i byggnader, anläggningar och mark
- Mätning av volym infiltrerat vatten
- Kvalitetskontroll av länshållningsvatten
- Mätning av luftburet buller och stomljud
- Mätning av vibrationer

12.1 Grundvatten

Mätningar av parametrar avseende grundvatten påbörjas i förskedet för att erhålla erforderlig referensdata. Ett kontrollprogram för byggtiden upprättas i samråd med tillsynsmyndigheten. Nedan beskrivs de parametrar som kontrollprogrammet för grundvatten omfattar.

12.1.1 Inläckage till bergtunnlar och schakt

Kontroll av volym inläckande grundvatten till tunnlar och schakt utförs genom registrering av volym bortpumpat vatten, volym använt processvatten samt genom mätningar i anlagda mätdammar och pumpgropar i tunnarna. För inläckage till bergtunnlar kommer det att ansättas en åtgärdsnivå som styr när kompletterande tätningsåtgärder ska vidtas.

12.1.2 Grundvattennivåer i jord och berg

Grundvattennivåmätningar i jord och berg utförs i observationspunkter inom influensområdet för att säkerställa att inga skadliga nivåsenkningar uppkommer. Åtgärdsnivåer bestäms för observationspunkter kopplade till grundvattenberoende objekt och styr när en åtgärd, företrädesvis infiltration, måste vidtas. Nivåmätningar i berg kommer att innefatta nivåmätningar i bergvärmebrunnar inom influensområdet.

12.1.3 Sättningsrörelser i byggnader, anläggningar och mark

Sättningskontroller utförs inom lerområden där det finns sättningskänsliga objekt genom att precisionsavväga dubbar på byggnader och konstruktioner, markpegel och markförlagda konstruktioner.

12.1.4 Infiltration

När infiltration utförs kontrolleras denna genom att mäta flöde och volym infiltrerat vatten.

12.2 Miljöfarlig verksamhet

12.2.1 Kvalitetskontroll av länshållningsvatten

Länshållningsvatten genomgår rening i lokala anläggningar innan bortledning. För att kontrollera kvaliteten på det vatten som leds bort genomförs vattenkemiska analyser på utgående vatten. Om uppmätta halter överskrider ansatta krav utreds anledningen till detta och åtgärder vidtas. Om överskridandet kan kopplas till ett specifikt arbetsmoment ses arbetsmetoden över. SLL avser också att åtgärda överskridanden genom att implementera ytterligare reningssteg i reningsanläggningen.

13 Samråd

Enligt lagen om byggande av järnväg ska den som upprättar en järnvägsplan samråda om den föreslagna anläggningen med berörda fastighetsägare, kommuner, länsstyrelse och andra som kan ha väsentligt intresse i frågan. På motsvarande sätt ska detaljplaner samrådas enligt plan- och bygglagen. SLLs syfte med samråd är att informera om den tunnelbaneutbyggnad som planeras och samla in synpunkter som kan påverka utredningsarbetet.

Samrådsprocessen för utbyggnad av tunnelbana mellan Akalla och Barkarby station har omfattat järnvägsplan, järnvägsplanens miljökonsekvensbeskrivning, tillståndsansökan enligt miljöbalken samt ändring av berörda detaljplaner.

Här redogörs kortfattat för hur samrådet genomförts och huvudsakliga synpunkter. En detaljerad redogörelse återfinns i bilaga B4.

13.1 Genomförande

Samråd sker under hela planprocessen men under två perioder har allmänheten fått särskild inbjudan att ta del av information om den planerade utbyggnaden av tunnelbanan. Den första samrådsperioden skedde under hösten 2014 och den andra under våren 2015. Dessutom hölls ett kompletterande samråd hösten 2016 i syfte att beskriva de projektförändringar som föranletts av det optimeringsarbete som gjordes för anläggningen under våren 2016.

Som samrådsunderlag har broschyrer tagits fram och riktade inbjudningar har skickats till berörda intressenter inom utredningsområdet för grundvatten. Samrådsmaterial har även funnits tillgängligt på bibliotek och kommunhus i närområdet. På Stockholms Läns Landstings hemsida (<http://www.sll.se/nyatunnelbanan/>) har material funnits tillgängligt och uppdaterats löpande.

Samrådsperioden under 2014, som avsåg lokaliseringsutredningen och tidigt samråd inför tillståndsansökan enligt miljöbalken, pågick 22 oktober – 16 november. Under denna period genomfördes två öppna hus, 5 november i Barkarbystaden samt 6 november i Husby med totalt 276 deltagare. Samrådsperioden under 2015, som avsåg samråd för järnvägsplanen, detaljplaner och tillståndsansökan enligt miljöbalken, pågick 9 april - 7 maj. Under samrådsperioden arrangerades två öppna hus, ett i Akalla 14 april och ett i Barkarby 20 april med totalt 161 deltagare. Samrådsperioden under 2016, som utgjorde kompletterande samråd för järnvägsplanen, detaljplaner och tillståndsansökan enligt miljöbalken, pågick 3 oktober – 28 oktober. En bemannad utställning hölls i Barkarby den 20:e oktober. Synpunkter har kunnat lämnas löpande under samrådsperioderna.

Myndigheter, organisationer och företag har även de fått information om samrådsperioden och haft samma möjligheter att lämna synpunkter och kommentarer. Det har varit möjligt att lämna synpunkter via e-post eller brev. Under samrådet 2014, kunde synpunkter dessutom lämnas via en digital enkät.

De synpunkter som inkommit har till stor del handlat om tunnelbanans sträckning och lokalisering samt utformning av stationer. I bilaga B4 återfinns samrådsredogörelsen i sin helhet med synpunkter samt SLL:s bemötande av dessa. I stort kan synpunkterna sammanfattas i följande punkter:

- Det är positivt att tunnelbana minskar bilberoendet och framförallt kan minska de utsläpp som biltrafiken genererar.
- Önskemål om att tunnelbanan ska förlängas ytterligare, exempelvis till Jakobsberg eller Hjulsta.
- Det krävs god koppling mellan tunnelbanans stationer och handelsplatsen i Barkarby samt till andra färdmedel.
- Utformningen av stationer måste ta hänsyn till tillgänglighet, användarvänlighet, säkerhet och trygghet.
- Ventilationstorn och andra ytanläggningar bör utformas och placeras så att de blir en naturlig del av stadsrummet.
- Tunnelbanans lokalisering ska ej inverka negativt på riksintressen i området.
- Bevara naturen kring bland annat Barkarby och Järvafältet med särskild hänsyn till de gröna kilar de utgör. Beakta och visa hänsyn till värdefulla kulturmiljöer i området.
- Beakta anläggningens påverkan på människors hälsa i bygg- och drifttid. Exempelvis önskas åtgärder för att hantera buller och andra störningar.
- Påverkan ska inte ske på grund- eller ytvatten. Området vid Igelbäcken bör hållas fritt från ytanläggningar som ventilation, vatten och tillfartsväg.
- De mycket dåliga geotekniska förhållandena i området kring Barkarby station, med torv och gyttjelera, gör att påverkan på Väg E18 och Mäljarbanan i samband med tunnelbaneutbyggnaden noggrant måste utredas.
- Det är viktigt att val och inriktningar med avseende på hantering av olycksrisker och möjlighet till räddningsinsats redovisas på ett tydligt och enkelt sätt.

13.2 Möten

Under hela planprocessen har dialog förts med exempelvis kommuner, myndigheter samt särskilt berörda fastighetsägare. Bland dessa samråd kan särskilt nämnas:

- Möten med Trafikförvaltningen i Stockholms Läns Landsting, Stockholms stad och Järfälla kommun gällande information om projektet samt inhämtande av synpunkter och förankring av lokaliserings- och utformningsval.
- Möten med Länsstyrelsen i Stockholms län med fokus på aktuella miljöaspekter inom utredningsområdet.
- Möten med Trafikförvaltningen i Stockholms Läns Landsting, Trafikverket och Järfälla kommun gällande framtagande av åtgärdsvalsstudie för transportslagsövergripande lösning för Barkarby station i syfte att skapa en bra knutpunkt med ny bussterminal, ny station för Mäljarbanan samt ny tunnelbanestation.
- Möten med bostadsrättsföreningar samt fastighets- och ledningsägare om hur de kan komma att påverkas av anläggningen under bygg- och drifttid.
- I riskreduceringsarbetet har dialog och samråd med berörda intressenter varit en viktig del. En regelbunden dialog kring identifiering och bedömning av risker har därför förts mellan Stockholms läns landsting och följande myndigheter:
 - Länsstyrelsen Stockholms län
 - Stockholms Läns Landsting
 - Brandkåren Attunda
 - Storstockholms brandförsvär
 - Södertörns Brandförsvärsförbund
 - Järfälla kommun
 - Stockholms Stad
 - Nacka kommun

Samrådsmöten har också hållits gällande tillståndsansökan enligt miljöbalken. I de fall frågor gällande järnvägsplanen framförts vid dessa möten har synpunkter förts vidare till de som drivit planarbetet.

14 Referenser

- AB Storstockholms lokaltrafik, Järfälla kommun et al. 2005. *Spårförbindelse Barkarby – Akalla – Sträckningsstudie*
- Calluna AB, 2014, *Naturvårdsinventering (NDV) i del av programmet för Barkarbystaden, Järfälla kommun, Granskningsversion, 2014-12-19*
- Järfälla kommun, DHI, Översvämningsutredning för Barkarbystaden II och tunnelbanestationen i Barkarbystaden, augusti 2016
- Ekologigruppen AB, 2015, *Konfliktpunkter mellan naturmiljö och tunnelbanan Akalla-Barkarby, Granskningsversion samt sammanställning av naturvärden på kartunderlag, 2015-02-18*
- Järfälla kommun, 2010, *Miljöplan för Järfälla kommun 2010-2020.*
- Järfälla kommun, 2016b. *Detaljplan för Barkarbystaden II, Planbeskrivning – Granskningshandling 2016-06-17.*
- Järfälla kommun, 2014, *Miljökonsekvensbeskrivning för detaljplan för Barkarbystaden II, september 2014*
- Järfälla kommun *Riktlinjer för dagvattenhantering (pågående arbete) 2016-xx-xx.*
- Järfälla kommun *Riktlinjer för dagvattenhantering, Fastställda av Tekniska nämnden 2013-02-28*
- Järfälla kommun *Riktlinjer för länshållningsvatten, Fastställda av Tekniska nämnden 2013-02-28*
- Länsstyrelserna, 2016, *VISS - vatteninformationssystem i Sverige*, <http://www.viss.lansstyrelsen.se/> - besökt september 2016
- Mark- och miljödomstolen, 2015, *gällande tillstånd, undersökt februari-mars 2015*
- Naturvårdsverket, 2015, *Miljömål.se – den svenska miljömålsportalen*, <http://www.miljomal.se/> Hämtat 2015-09-22
- Naturvårdsverket, 2004, *Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggplatser, NFS 2004:15*
- Stockholms läns landsting, Förvaltningen för utbyggd tunnelbana, 2015, *Tunnelbana Akalla-Barkarby Station Underlagsrapport Akustik, 2016-11-08 förhandsversion*
- Stockholms läns landsting, Förvaltning för utbyggd tunnelbana, 2015, *Akalla-Barkarby: Rapport Dagvattenutredning, 2016-08-31 (internleverans)*
- Stockholms läns landsting, Förvaltning för utbyggd tunnelbana, 2015, *Akalla-Barkarby: Inriktningsbeslut om passage av befintlig tunnel och Förbifart Stockholm, 2015-01-29*
- Stockholms läns landsting, 2015-03-03. *Lokaliseringsutredning för tunnelbana till Järfälla/Barkarby*. Diarienummer: FUT 1501-0024
- Stockholms läns landsting, 2015a. *Lokaliseringsutredning. Tunnelbana Akalla-Barkarby.*
- Stockholms läns landsting, 2013a. *Idéstudie av tunnelbana till Barkarby*
- Stockholms läns landsting, 2013b. *Åtgärdsvalsstudie kollektivtrafik till Barkarby.*

Stockholms läns landsting, *Teknisk beskrivning, Tillståndsansökan enligt miljöbalken för tunnelbana mellan Akalla till Barkarby*, 2016-12-05

Stockholms läns landsting, *PM hydrogeologi, Miljöprövning för tunnelbana från Akalla till Barkarby station*, 2016-12-05

Stockholms stad 2012, *Stockholms miljöprogram 2016–2019*,

Stockholms stad, Miljöförvaltningen, 2014, *Bällstaåns avrinningsområde, planeringsunderlag – PM, Rapport nr 2014-0650-A*, WRS Uppsala AB 2014-02-17

Stockholms stad, Översiktsplan för Stockholm, Samrådsförslag 2016

Trafikverket, *MKB Vattenverksamhet-E4 Förbifart Stockholm*, 2011-06-01.

Trafikverket, *ANSÖKAN OM TILLSTÅND ENLIGT MILJÖBALKEN*, 2011-06-08

Trafikverket *Tillstånd till grundvattenbortledning för byggande och drift av E4 Förbifart Stockholm m.m. deldom* 2014-12-17, Mål 3346-11

SLL; Trafikförvaltningen, *PM Provtagning av vatten i tunnelbanan*. 2016.

SLL, *Bullerutredning av bergkross Akalla-Barkarby*, 2016-09-30

Vårt uppdrag är att genomföra tunnelbanans utbyggnad och övriga åtgärder inom ramen för 2013 års Stockholmsförhandling- Det innebär planering, projektering och byggnation av ny tunnelbana och nya stationer på fyra olika sträckor. I vårt uppdrag ingår också planering och projektering av nya fordonsdepåer samt upphandling av signalsystem och vagnar. Totalt innebär utbyggnaden en samlad investering på 25,7 miljarder kronor. Byggstarten beräknas kunna ske år